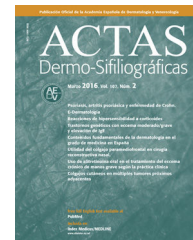




ACTAS Dermo-Sifiliográficas

Full English text available at
www.actasdermo.org



DERMATOLOGÍA PRÁCTICA

Actualización del método *Follicular Unit Extraction* (FUE) del trasplante de pelo



F. Jiménez-Acosta* e I. Ponce-Rodríguez

Clinica Mediteknia de Dermatología y Trasplante Capilar, Las Palmas de Gran Canaria, España

Recibido el 14 de agosto de 2016; aceptado el 24 de febrero de 2017
Disponible en Internet el 5 de mayo de 2017

PALABRAS CLAVE

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

KEYWORDS

Follicular unit extraction;
Hair transplant;
Follicular unit hair transplantation

Resumen La *follicular unit extraction* (FUE) es una técnica de trasplante capilar que utiliza punches de pequeño diámetro (0,8-1 mm) para extraer las unidades foliculares. Aunque en sus primeros años tuvo escasa aceptación debido a la dificultad en extraer unidades foliculares intactas con un punch tan pequeño, la FUE se ha popularizado y es ya una alternativa a la técnica clásica de la tira (FUT). Entre los motivos, la cada vez mayor demanda por parte de los pacientes y la mayor habilidad de los cirujanos en las extracciones al contar con mejor instrumental y más experiencia. Entre las ventajas de la FUE destaca la reducción de molestias postoperatorias en la zona donante y el aspecto muy poco visible de las cicatrices puntiformes residuales. Sin embargo, la FUE requiere una mayor laboriosidad, aumentando el tiempo operatorio, y una larga curva de aprendizaje por parte del cirujano.

© 2017 AEDV. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Follicular Unit Extraction for Hair Transplantation: An Update

Abstract Follicular unit extraction (FUE) is a hair transplantation technique that uses small punches (0.8-1 mm in diameter) to extract the follicular units (FUs). Though initially the technique was not widely accepted because of the difficulty of extracting intact follicular units with such small punches, it has since gained in popularity due mainly to rising patient demand, the availability of better instrumentation and greater surgical skill acquired from experience. It is now a recognised alternative to follicular unit transplantation (FUT), a technique based on harvesting the FUs from a strip of tissue. Among the advantages of FUE are less post-procedural discomfort in the donor zone and the barely visible scarring from the punches. However, FUE is a more laborious, time-consuming procedure that involves a long learning curve for the surgeon.

© 2017 AEDV. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: fjimenez@mediteknia.com (F. Jiménez-Acosta).

Introducción

Hace 7 años los autores publicaron en esta revista una revisión sobre la técnica del trasplante de pelo con unidades foliculares (UF)¹. Aunque los conceptos básicos del trasplante relativos al diseño de la línea frontal e implantación en la zona receptora expuestos en esa revisión siguen vigentes, se han producido cambios muy importantes en el método de extracción de las UF de la zona donante, conocido como *follicular unit extraction* (cuyo acrónimo es FUE) lo que justifica esta actualización.

En nuestros días la mayoría de los cirujanos de trasplante emplean de forma indistinta 2 técnicas, la clásica de la tira, también conocida como FUT o *strip harvesting* y la técnica FUE, si bien esta última ha crecido mucho más en popularidad y demanda, pues es percibida por el paciente, y en realidad lo es, como una técnica menos invasiva.

El objeto de esta actualización es describir los aspectos técnicos generales de la FUE y las ventajas que aporta, pero a la vez dar a conocer sus desventajas y controversias.

Concepto de *follicular unit extraction*

La FUE es una técnica de trasplante de UF en la cual la extracción de las mismas de la zona donante se realiza utilizando un punch de aproximadamente 1 mm de diámetro. Mientras que en la técnica FUT las UF son diseccionadas en un estereomicroscopio tras la extirpación de una larga tira de piel, en la FUE la extracción de las UF se realiza de forma directa y «ciega», con un punch cilíndrico, guiándonos solo por la dirección de salida del tallo del pelo por la superficie cutánea. Por tanto, lo primero que hay que comprender es que la FUE se diferencia del FUT únicamente en la manera de extraer las UF, si bien en ambos casos el proceso de implantación en la zona receptora se realiza de igual manera.

La FUE es similar a la técnica del *punch grafting* descrita por Okuda^{2,3} en 1939 y Orentreich⁴ en 1959, siendo la principal diferencia el tamaño del punch utilizado en la extracción. Mientras que Okuda empleaba punches de 2,5 a 3 mm y Orentreich punches de 4 mm (que contenían 10-20 pelos por injerto), en la FUE se emplean punches muchos más pequeños, con el objeto de extraer únicamente UF (1-4 pelos por injerto).

El primer artículo de FUE lo publicaron en el año 2002 Rassman et al.⁵. En los primeros años esta técnica tuvo escasa aceptación por parte de los cirujanos de trasplante, fundamentalmente debido a la dificultad en extraer UF intactas con un punch de diámetro tan pequeño, pero tras estos inicios complicados, en los que pocos cirujanos creían que fuera a consolidarse como una técnica alternativa a la tira, la FUE se ha ido popularizando en la década actual. Varios son los motivos: la mayor demanda por parte de los pacientes; la mayor habilidad de los cirujanos en las extracciones, que se consigue con la mejora del instrumental y con la práctica; los resultados, que en manos de cirujanos experimentados son comparables a los de la tira; y el mayor interés en aprender esta técnica por parte de médicos nuevos en este campo, al ser la FUE una técnica que no precisa de microscopios ni de técnicos entrenados en la disección de los injertos⁶.

Tabla 1 Instrumental de FUE

Punches

Punches de punta afilada

Titanio (www.mediquipsurgical.com)
Cole serrated punch (www.coleinstruments.com)
Ertip punch turco (www.ertipmedical.com)
Ring Punch (Dr. Roberto Trivellini)

Punches punta roma

Hex punch (punta plana)
(www.harrisfueinstruments.com)

Punch híbrido

Hybrid trumpet punch (www.devroyeinstruments.com)

Aparatos motorizados

SAFE System (www.harrisfueinstruments.com)
CDD-Vortex and PCID (www.coleinstruments.com)
WAW system (www.devroyeinstruments.com)
Mamba (Dr. Roberto Trivellini)
Ertip FUE micromotor (www.ertipmedical.com)
Dr. Jack's E-FUE device (Robbinsinstruments.com)
4D FUE (folliculartech.com)
Smartgraft
Neograft

Instrumental empleado en la *follicular unit extraction*

El proceso de extracción de la UF mediante la técnica FUE tiene 2 partes: 1) la incisión circular con el punch alrededor de la unidad folicular que la libera del tejido dérmico adyacente; y 2) la extracción de la unidad folicular, normalmente realizada con pinzas.

La incisión circular con punch es la parte más difícil y delicada de la extracción. El primer instrumento empleado en la FUE para hacer las incisiones fue el clásico punch de biopsia de piel de 1 mm de diámetro. El problema surgía en que al tener el cirujano que guiarse únicamente por la dirección del pelo que sale por la piel para introducir el punch, y dado que el punch debe cortar alrededor de cada UF, cuyos folículos (4-5 mm en profundidad) no son estructuras rígidas, sino que pueden cambiar ligeramente de ángulo, era muy frecuente la transección de los folículos y, por tanto, su daño irreversible. Por ello, se intentó en un principio extraer las unidades foliculares con punches de mayor tamaño (1,25; 1,5 y hasta 2 mm), pero entonces se perdía el concepto de trasplante de unidades foliculares natural e indetectable y además las cicatrices de la zona donante con estos punches de mayor tamaño se hacían visibles. Hoy en día la extracción de UF con FUE se realiza con punches de entre 0,8 y 1,15 mm de diámetro, siendo el del 0,9 mm el más empleado.

El instrumental empleado en la FUE se pueden dividir en 3 tipos: manual (fig. 1 a), motorizado (fig. 1 b) y brazo robotizado (tabla 1). Con el sistema manual la mano del cirujano introduce la punta del punch y hace el corte alrededor de la unidad folicular. Con los sistemas motorizados el punch se introduce en una pieza de mano manejada por el cirujano, la cual va acoplada a un motor que hace rotar u oscilar la cabeza del punch a un número de revoluciones determinada. Con el sistema robotizado el cirujano selecciona en una pantalla la UF a extraer y el brazo robótico

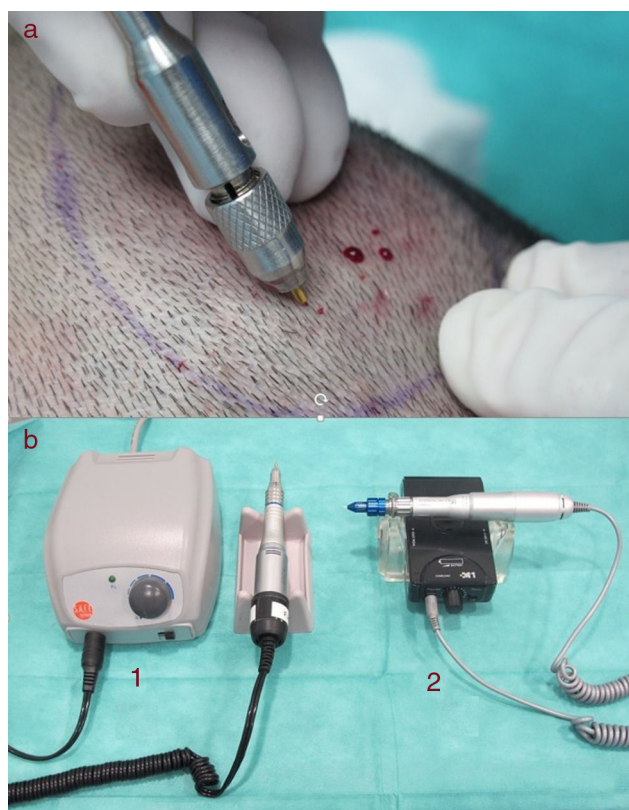


Figura 1 Sistemas de FUE.

a. Punch de uso manual. Para extraer la UF hay que alinear el punch con el ángulo y dirección de salida del pelo, y este debe quedar en el centro del punch.

b. Algunos sistemas motorizados: aparato SAFE de Harris (HSC-Development, Colorado, EE. UU.) (1) y aparato Vortex de Cole (Cole Instruments, Georgia, EE. UU.) (2).

realiza el corte circular alrededor de la unidad folicular. El Artas® (Restoration Robotics) es el único robot fabricado y comercializado exclusivamente para FUE^{7,8}.

Existe una gran variedad de punches comercializados que se diferencian en el diseño de la punta del punch. Se pueden clasificar en: punches de punta afilada (*sharp punches*), de punta roma (*blunt punches*) y los punches híbridos (tabla 1). Los punches afilados tienen un mayor efecto de corte, mientras que los romos e híbridos actúan con un mayor efecto de disección del tejido⁹⁻¹¹. La técnica de extracción es diferente según el tipo de punch empleado, como se comentará en la siguiente sección. En los próximos años irán apareciendo en el mercado nuevos punches con diferentes diseños cuyo objetivo no es otro que el de facilitar la extracción de la unidad folicular reduciendo el porcentaje de transección de folículos hasta mínimos aceptables y similares a los del método de tira (por debajo del 5-10%). El Artas® emplea un punch de punta roma que se desliza dentro de un punch afilado.

En opinión de los autores el instrumental es muy importante, pero también lo es la habilidad y la experiencia del cirujano. Hay cirujanos que utilizan exclusivamente punches afilados manuales y obtienen resultados tan excelentes como otros cirujanos que emplean sistemas motorizados con punches romos o híbridos. Los resultados, por tanto, no



Figura 2 Cortes realizados con el punch alrededor de la unidad folicular y con el pelo en el centro de la superficie de corte.

dependen solo del tipo de instrumental, sino del cirujano que hace uso del instrumento.

Cómo extraer correctamente las unidades foliculares con *follicular unit extraction*

Para extraer las UF con FUE hay que alinear el punch con la dirección de salida del pelo, debiendo este quedar en el centro del punch (fig. 2). Utilizar lupas de gran aumento (4-5 ×) es importante porque permite una mayor precisión en la extracción. Con los punches actuales es necesario rasurar el pelo a 1-2 mm para ver su ángulo de salida, aunque se están desarrollando punches, aún no comercializados, que permitirán realizar extracciones con pelo largo. El ángulo de salida del pelo cambia según la zona de extracción. Las zonas donde el pelo sale en ángulo más agudo son las áreas temporales y los márgenes del cuero cabelludo. Una de las técnicas recomendadas para conseguir que el folículo se haga más vertical, y así facilitar la extracción es la infiltración con suero (tumescencia) inmediatamente antes del corte con el punch¹².

La profundidad a la que se debe introducir el punch varía según sea un punch de punta afilada, roma o híbrida. Los punches de punta afilada normalmente se introducen 2,5-3 mm, ya que a profundidades mayores (por debajo de la inserción del músculo erector del pelo) las porciones inferiores de los folículos en anágeno se separan y es cuando existe mayor riesgo de transección (figs. 3 y 4). Los punches romos e híbridos, por su mayor efecto de disección y menor de corte, se pueden introducir a mayor profundidad (> 4 mm) con menor riesgo de transección. Los punches romos, sin embargo, tienen mayor riesgo de introducir el injerto dentro de la dermis (injertos enterrados o *buried grafts*)¹⁰.

Ventajas y desventajas de la *follicular unit extraction* (tabla 2)

Una de las innovaciones que ha traído la FUE ha sido la posibilidad de extraer UF de otras zonas corporales. Esto es útil

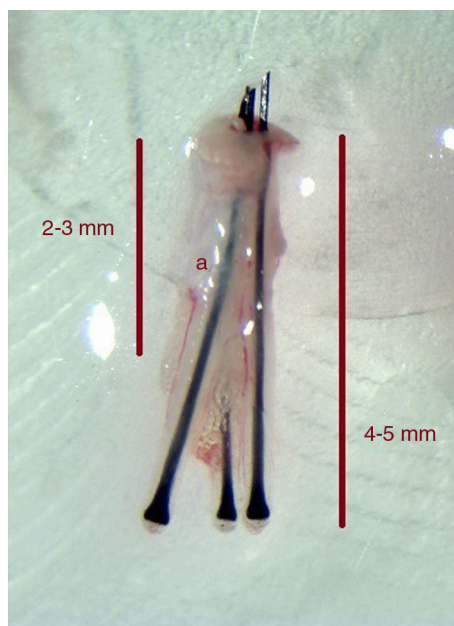


Figura 3 Los punches de punta afilada se deben introducir solo 2-3 mm en profundidad para reducir el riesgo de transección de los folículos. Los punch romos e híbridos se pueden introducir a mayor profundidad (> 4 mm). (a): Glándula sebácea.

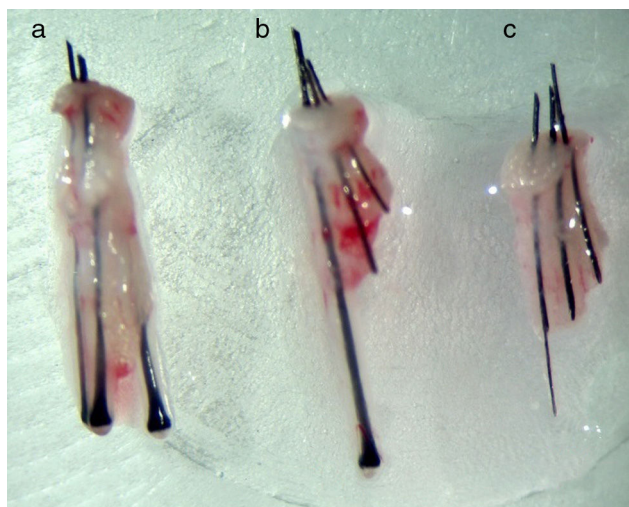


Figura 4 Unidades foliculares.
(a): Normal y sin daño; (b): con transección parcial de 2 folículos;
(c): con transección total de la unidad folicular.

en los casos en los que la zona donante del cuero cabelludo tiene baja densidad de UF, como suele ocurrir en pacientes con varias sesiones de trasplante previas. La zona de pelo corporal más empleada es la barba, sobre todo la zona submandibular (fig. 5). Otras zonas en las que se pueden extraer folículos son el tórax, el abdomen, el pubis, las piernas y las axilas^{13,14}.

Una indudable desventaja de la FUE es que resulta muy laboriosa y exigente para el cirujano. Dependiendo de la habilidad de este la obtención de 1.000 injertos con FUE puede durar de 1,5 a 3 horas, con lo cual es una técnica muy



Figura 5 Barba como zona donante; 1.100 extracciones realizadas con punch afilado de Cole de 0,9 mm en sistema motorizado Vortex® (Cole Instruments, Georgia, EE. UU.).

Tabla 2 Ventajas y desventajas de la técnica FUE

Ventajas de la FUE

- Reducción de molestias postoperatorias y del tiempo de curación en la zona donante
- Cicatrices puntiformes muy poco visibles

Desventajas de la FUE

- Técnica más lenta, laboriosa y exigente para el cirujano
- Se necesita rasurado de la zona donante para realizar la extracción
- Unidades foliculares más finas y delicadas (mayor riesgo de daño durante la implantación)

«cirujano dependiente». La mayoría de los cirujanos limitan la sesión de FUE a un máximo de 1.500-2.000 UF por día para no extender mucho el tiempo operatorio¹⁵. En la experiencia de los autores, si hay que extraer 2.000 o más UF se prefiere hacerlo en 2 días consecutivos para no alargar el tiempo operatorio y minimizar el potencial daño de los injertos.

Cuándo es preferible follicular unit extraction o tira

Prácticamente cualquier paciente que es candidato a trasplante con tira lo puede ser igualmente a la técnica FUE (fig. 6). Sin embargo, hay situaciones en las que puede ser preferible emplear una u otra técnica (tabla 3). Por ejemplo, en pacientes jóvenes con áreas receptoras pequeñas la FUE da mucha más libertad a la hora de llevar en un futuro el pelo muy corto, y además permite hacer más sesiones si fuera deseable sin necesidad de comprometer al paciente a llevar el pelo más largo para tapar la cicatriz lineal de la tira. Sin embargo, pacientes que no desean raparse el pelo para realizar la intervención prefieren la tira, pues la cicatriz lineal quedaría tapada por el propio pelo.

También la FUE está especialmente indicada en pacientes con cicatrices por tiras previas en las que existe bastante tensión en la piel del cuero cabelludo. La FUE también es muy útil para corregir cicatrices engrosadas residuales por un trasplante previo hecho con tira¹⁶.



Figura 6 Paciente buen candidato tanto para FUE como FUT. En este caso se trasplantaron 2.000 UF mediante FUE con punch afilado Cole de 0,95 mm en Vortex® (Cole Instruments, Georgia, EE. UU.). a. Antes del trasplante. b. A las 24 horas tras el FUE. c. Resultado al año de la intervención.

Controversias de la follicular unit extraction

Muchos pacientes tienen la idea equivocada de que la FUE es una técnica que no deja cicatriz, algo alentado en webs y foros de Internet. Nada más lejos de la realidad. Toda extracción realizada con un punch, por pequeño que este sea, deja una cicatriz puntiforme. Estas cicatrices suelen ser muy poco visibles, incluso llevando el pelo muy corto, aunque no en todos los pacientes (fig. 7). Uno de los temas más debatidos en la FUE es el daño que se produce en la zona donante cuando el número de extracciones es muy elevado.

Tabla 3 Preferencia en el uso de la FUE o la tira

Preferencia de la FUE

- Pacientes que llevan el pelo muy corto
- Pacientes jóvenes con área receptora pequeña
- Pacientes con mucha tensión en la piel del cuero cabelludo
- Corrección de cicatrices residuales por un trasplante previo hecho con tira

Preferencia de la tira

- Sesiones de más de 2.500 unidades foliculares en un solo día
- Pacientes que no desean raparse el pelo para la intervención



Figura 7 Cicatrices puntiformes hipopigmentadas en la zona donante de un paciente operado con FUE con punch romo de 0,9 mm (sistema SAFE de Harris; HSCDevelopment, Colorado, EE. UU).

En otras palabras, ¿cuál es el límite máximo de extracciones que se pueden realizar en la zona donante sin que el daño se haga clínicamente visible? En teoría, teniendo en cuenta que la mayoría de las personas tienen una densidad de UF entre 70-80 por centímetro cuadrado, y que se pueden extraer hasta unas 15-20 UF por centímetro cuadrado por sesión, se estima que aproximadamente unas 3.000-4.000 UF es el límite máximo recomendable de extracciones por sesión¹⁵. Ahora bien, tras varias sesiones de FUE, cada una de ellas con miles de extracciones, la zona donante puede quedar con una densidad muy baja y adquirir un aspecto «apolillado» (fig. 8). También es importante realizar las extracciones de forma homogénea por toda la zona donante, para que no queden zonas con menos densidad que otras.

Por último, todavía hoy día algunos expertos cuestionan que el crecimiento de los injertos FUE sea igual al obtenido con la tira¹⁷. La controversia surge porque las UF extraídas con FUE suelen ser más finas («esqueletonizadas»), mientras que las diseccionadas al microscopio son más gruesas y con más tejido adiposo circundante. Quizás el pobre crecimiento observado en algunos casos de FUE sea debido a que al ser las UF más finas, su manejo durante la implantación debe ser más delicado, puesto que hay más riesgo de dañar la parte más sensible del folículo que es el bulbo



Figura 8 Zona donante hipodensa de aspecto «apolillado» por exceso de extracciones.

piloso con su papila dérmica. En cualquier caso, se necesita realizar estudios controlados comparando la supervivencia de los injertos extraídos con ambas técnicas para resolver esta controversia.

Cómo aprender e iniciarse en la *follicular unit extraction*

La irrupción de la FUE ha provocado un mayor interés en aprender las técnicas de trasplante de cabello. Sin embargo, la FUE tiene una curva de aprendizaje larga y no se pueden adquirir conocimientos suficientes en un taller de fin de semana. Por otro lado, dado que el tiempo requerido para que se vean los resultados es largo (entre los 6-12 meses) el cirujano tarda mucho tiempo, a veces años, en desarrollar las habilidades requeridas e implementar los controles de calidad adecuados para este proceso.

Una de las formas más rigurosas de aprender FUE es asistir a talleres y Congresos anuales organizados por la *International Society of Hair Restoration Surgery* (www.ISHRS.org). Esta sociedad ofrece también programas de especialización (*fellowships*) de uno o 2 años de duración en varias clínicas acreditadas.

Conclusiones

Sería lo ideal que el cirujano de trasplante conociera y practicara de forma habitual las 2 técnicas (FUE y tira) para emplear en cada caso la más conveniente para el paciente y no la más conveniente para el cirujano.

Como ventaja más interesante del FUE frente al FUT, destaca la reducción de las molestias postoperatorias en la

zona donante y el que las cicatrices puntiformes pasan más desapercibidas. Como principal inconveniente, su mayor laboriosidad que se traduce en mayor tiempo operatorio y la larga curva de aprendizaje.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

Bibliografía

1. Jimenez F, Ponce I. Técnica actual del trasplante de pelo de unidades foliculares. *Actas Dermosifiliogr.* 2010;101:291-306.
2. Okuda S. Clinical and experimental studies of transplantation of living hairs. *Jpn J Dermatol Urol.* 1939;46:135-8.
3. Jimenez F, Shiell RC. The Okuda Papers: An extraordinary -but unfortunately unrecognized- piece of work that could have changed the history of hair transplantation. *Exp Dermatol.* 2015;24:185-6.
4. Orentreich N. Autografts in alopecias and other selected dermatologic conditions. *Ann NY Acad Sci.* 1959;83:463-79.
5. Rassman WR, Bernstein RM, McClellan R, Jones R, Worton E, Uyttendaele H. Follicular unit extraction: Minimally invasive surgery for hair transplantation. *Dermatol Surg.* 2002;28:720-8.
6. Rassman W, Pak J, Kim J. Follicular unit extraction: Evolution of a technology. *J Transplant Technol Res.* 2016;6:158.
7. Avram MR, Watkins SA. Robotic follicular unit extraction in hair transplantation. *Dermatol Surg.* 2014;40:1319-27.
8. Bernstein RM, Wolfeld MB. Robotic follicular unit graft selection. *Dermatol Surg.* 2016;42:710-4.
9. Cole J. An analysis of follicular punches, mechanics, and dynamics in follicular unit extraction. *Facial Plast Surg Clin North Amer.* 2013;21:437-47.
10. Harris JA. The SAFE system: New instrumentation and methodology to improve follicular unit extraction (FUE). *Hair Transplant Forum Int.* 2004;14:157.
11. Devroye J. Powered. FUE extraction with the short arc oscillation flat punch FUE system (SFFS). *Hair Transplant Forum Int.* 2016;26:34-6.
12. Zontos G, Rose PT, Nikiforidis G. A mathematical proof of how the outgrowth angle of hair follicles influences the injury to the donor area in FUE harvesting. *Dermatol Surg.* 2014;40:1147-50.
13. Umar S. The transplanted hairline: Leg room for improvement. *Arch Dermatol.* 2012;148:239-42.
14. Umar S. Body hair transplant by follicular unit extraction: My experience with 122 patients. *Aesthetic Surg J.* 2016;36:1101-10.
15. Ors S, Ozkose M, Ors S. Follicular unit extraction hair transplantation with micromotor: Eight years experience. *Aesthetic Plast Surg.* 2015;39:589-96.
16. Harris JA. Follicular unit extraction. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2013;21:375-84.
17. Beehner ML. FUE vs FUT-MD: Study of 1,780 follicles in four patients. *Hair Transplant Forum Int.* 2016;26:160-1.