

Herramienta de planificación quirúrgica para la intervención de pacientes con lipodistrofia facial

J.A. Pérez-Carrasco¹, C. Serrano¹, B. Acha¹, T. Gómez-Cía²

¹ Dpto. Teoría de la Señal, ETSIT, Universidad de Sevilla, Sevilla, España {jperez2,cserrano,bacha}@us.es

² Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla, Sevilla, España, tgomezca@gmail.com

Resumen

El síndrome de inmunodeficiencia adquirida (VIH), ha pasado a ser una enfermedad crónica en los últimos tiempos gracias al desarrollo de nuevos y potentes medicamentos, permitiendo a los pacientes desarrollar una vida casi normal. Sin embargo uno de los efectos secundarios de los tratamientos del sida es la marcada lipodistrofia que produce en algunas partes del cuerpo. La lipodistrofia es una condición patológica caracterizada por la ausencia focal o general de tejido adiposo. Utilizando diversos materiales inyectables los cirujanos reestablecen estas superficies en el paciente para que adquieran un aspecto físico normal.

En el presente trabajo se ha desarrollado una herramienta de planificación quirúrgica que proporciona al cirujano modelos faciales del paciente junto con medidas del volumen a rellenar. Esto permite al cirujano trabajar con modelos faciales del paciente, reduciendo el tiempo de cirugía y visualizando el resultado final que tendría la operación antes de la intervención real. Los resultados obtenidos de las simulaciones con diversos pacientes han sido recibidos satisfactoriamente por el personal encargado de las intervenciones. Las intervenciones a los pacientes permitirán realizar comparaciones entre los resultados simulados y los obtenidos.

1. Introducción

El VIH o síndrome de inmunodeficiencia adquirida es una de las enfermedades que más se ha desarrollado en los últimos años. Han pasado los días en que era una enfermedad fatal y se ha convertido en una enfermedad crónica gracias a los avances en la medicación de control. Los retrovirales han reducido la carga viral a niveles indetectables, permitiendo a estos pacientes hacer una vida normal.

Sin embargo uno de los efectos secundarios de los tratamientos del sida es la marcada lipodistrofia [1] que produce en algunas partes del cuerpo. La lipodistrofia es la pérdida de grasa y/o acumulación de la misma en zonas concretas del cuerpo, y supone una de las principales preocupaciones de los pacientes con VIH debido al malestar y estigmatización que implican este tipo de cambios físicos. En particular, más de la mitad (55 por ciento) de las personas con VIH perciben cambios físicos corporales [2]. Concretamente, un 47 por ciento de los pacientes refiere presentar lipoatrofia (pérdida progresiva de grasa subcutánea en piernas, brazos, regiones glúteas y cara) y un 29 por ciento, lipohipertrofia (acumulación de grasa subcutánea o alrededor de las vísceras). La lipodistrofia aparece como efecto derivado de la infección por el VIH, se incrementa con la terapia antirretroviral y

afecta en mayor medida a quienes empezaron el tratamiento a finales de la década de los 90. Los fármacos antirretrovirales eran bastante tóxicos, destruían la grasa corporal y causaban en gran medida los problemas de lipodistrofia que vemos en la actualidad. Hoy en día hay una tendencia cada vez mayor hacia el diagnóstico precoz, a iniciar el tratamiento de forma temprana y existen fármacos más variados y con menos incidencia en la lipodistrofia. Los médicos recomiendan completar el tratamiento farmacológico con medidas dietético-nutricionales, ejercicio físico y demás hábitos saludables; además, aconsejan recurrir a apoyo psicológico de especialistas que ayuden a los propios pacientes a vencer sus miedos, a aceptar su situación y a luchar por la mejora de su calidad de vida.

En el caso de las personas con lipodistrofia moderada o grave, en Andalucía se vienen desarrollando desde el año 2003 y a través del Sistema Andaluz de Salud intervenciones de cirugía facial reparadora. Implantes sintéticos faciales no reabsorbibles y relleno con grasa lipoaspirada del propio paciente son las técnicas más empleadas.

El problema fundamental en este tipo de intervenciones radica en que los cirujanos no poseen un modelo de la cara del paciente en condiciones sanas (libre de lipodistrofia), con lo cual se hace difícil saber la cantidad de volumen a incrementar en la superficie facial para conseguir un aspecto natural del rostro del paciente. Asimismo, el cirujano estaría interesado en conocer, con anterioridad a la intervención, el volumen líquido a inyectar para evitar nuevas intervenciones.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar una herramienta de planificación quirúrgica, que facilite el trabajo de los cirujanos. En concreto, se está desarrollando una herramienta que, a partir de puntos marcados alrededor de la superficie a rellenar, proporcione una superficie “corregida” en la cara del paciente proporcionando a la vez medidas del volumen a rellenar. La mayor ventaja que esta solución aporta a los médicos es la posibilidad de trabajar con modelos facial del paciente, haciendo las correcciones oportunas en la planificación quirúrgica, reduciendo el tiempo de cirugía y visualizando el resultado final de la operación antes de la misma.

2. Implementación

El estado del arte actual no dispone de una herramienta que implemente los requerimientos del cirujano para la planificación quirúrgica en pacientes con lipodistrofia

facial, lo que valida la novedad del método implementado en el presente trabajo.

En la herramienta software propuesta se parte de un modelo de la superficie facial del paciente obtenido mediante un escáner de superficie. Se elige esta técnica por diferentes razones, entre ellas que es una herramienta muy barata y que es inofensiva para el paciente, evitando otras alternativas, como por ejemplo el TAC, que sometan al paciente a radiaciones innecesarias y que resultan perjudiciales para la salud y calidad de vida del paciente.

Para el desarrollo de esta herramienta hemos usado la librería VTK [4], que funciona en el entorno del lenguaje de programación C++. VTK (Visualization Toolkit) es un conjunto de librerías de código de libre distribución destinadas a la visualización y el procesado de imágenes, basadas en la programación orientada a objetos. El conjunto de funciones implementado es amplio y complejo, pero están diseñadas para ser sencillas de emplear con cualquier lenguaje de programación orientado a objetos, como pueden ser C++, Java o Tcl. VTK permite realizar operaciones sobre imágenes o modelos en dos y tres dimensiones y de generar modelos 2D y 3D con pocas líneas de código.

Los pasos del algoritmo implementado son los siguientes:

1. Carga del modelo de superficie del paciente en el entorno de programación VTK. Este modelo consta de un conjunto de puntos enlazados mediante un mallado que le da el aspecto de superficie tridimensional. La información de textura no es necesaria para el cálculo de la superficie facial deseada ni de volumen necesario en las intervenciones. En la Fig. 1 se muestra una sección de la superficie facial mallada de un paciente cargada en el entorno de programación VTK.

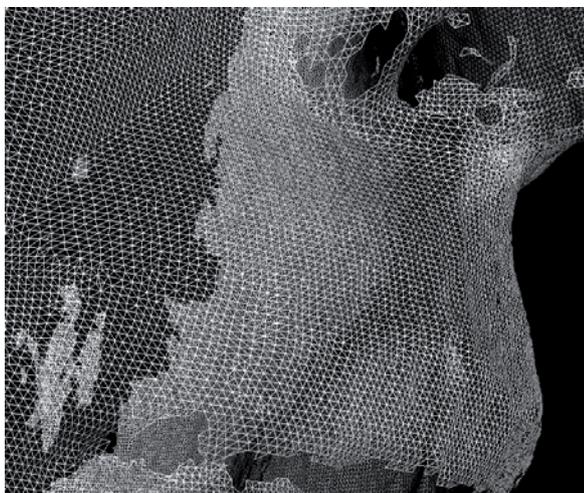


Figura 1. Uso de mallado triangular para la representación de superficies tridimensionales

2. Intervención del usuario para la selección de puntos alrededor de la superficie a intervenir. El usuario es libre de seleccionar tantos puntos como considere necesario. El algoritmo calcula nuevos puntos entre ellos y conecta los mismos con una curva sobre la superficie del paciente, de modo que la superficie a

ser intervenida queda encerrada por la curva. En la Fig. 1 se muestra un ejemplo de curva en la superficie facial de un paciente.

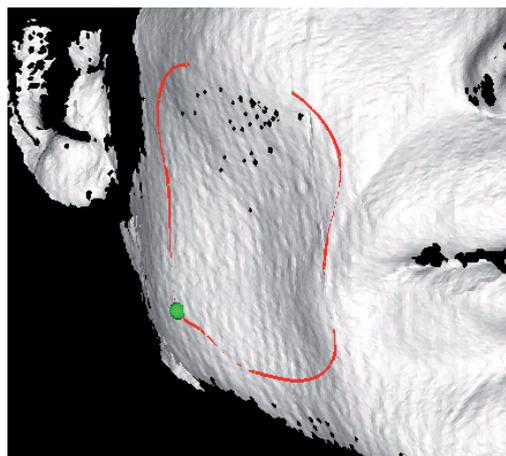


Figura 2. Ejemplo de curva dibujada por el usuario sobre la superficie facial de un paciente.

3. Una vez calculados todos los puntos de la curva exterior, el algoritmo tiene que crear una superficie mallada interior a esa curva que sea suave y que no tenga las irregularidades debidas a la lipodistrofia del paciente. Para ello el algoritmo primero calcula y propone un punto central (centroide de los puntos de la curva) por el que se hará pasar a la nueva superficie interpolada. Este centroide podrá ser modificado por el usuario de la herramienta para alterar la superficie reconstruida en la simulación del paciente, de manera que se obtenga un aspecto más natural de acuerdo con la opinión del cirujano.
4. Desde el centroide se trazan líneas a todos los puntos de la curva exterior y se crean nuevos puntos con igual equiespaciado a lo largo de estas líneas. De este modo se crea una malla compuesta de una nube de puntos unidos mediante triángulos encerrados por la curva exterior. Para darle regularidad a esta malla y obtener una superficie más natural, se aplica a esta malla el algoritmo de triangulación de Delaunay [5], que proporciona una superficie bastante regular, que es lo que buscamos en este trabajo. Este algoritmo modifica los puntos de entrada de manera que los triángulos creados en la malla cumplan la *condición de Delaunay*. La condición de Delaunay en espacios bidimensionales dice que una red de triángulos es una triangulación de Delaunay si todas las circunferencias circunscritas de todos los triángulos de la red son vacías, esto es, la circunferencia circunscrita de cada triángulo de la red no debe contener ningún vértice de otro triángulo. Para espacios tridimensionales se utiliza la esfera circunscrita.
5. A continuación, a esta nueva superficie interpolada que ya no presenta las no uniformidades debidas a la pérdida de material adiposo del paciente, se le aplica un suavizado gaussiano. Esto proporciona una superficie aún más regular y natural.
6. El programa calcula la diferencia de volumen entre la nueva superficie interpolada y la superficie original en el modelo facial del paciente y representa

mediante curvas de nivel el volumen computado. Además, el programa muestra por pantalla el modelo facial del paciente que se obtendría con esta nueva superficie calculada.

3. Resultados

Para la evaluación de la herramienta se dispuso de siete modelos de escaneo superficial de distintos pacientes. El algoritmo ha sido evaluado con los modelos disponibles. Las Fig. 3-6 muestran los resultados obtenidos para 4 pacientes diferentes. La figura a) corresponde al modelo de superficie disponible original, b) corresponde al modelo de superficie representado conjuntamente con las curvas de nivel que dan información de volumen y finalmente c) muestra el aspecto del paciente que tendría tras la intervención.

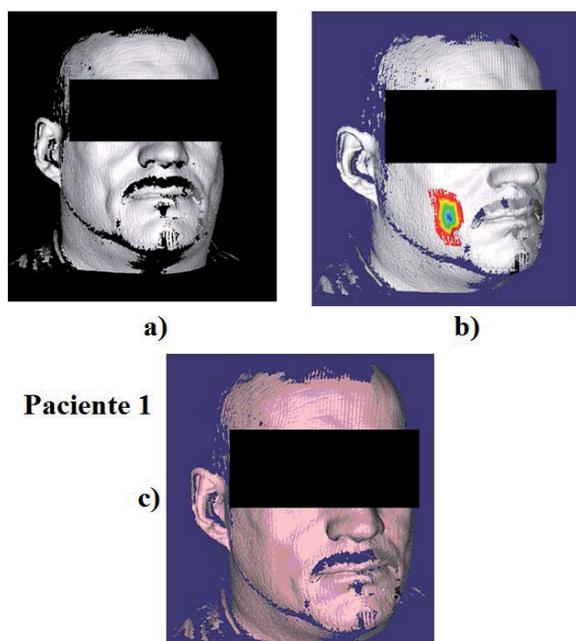


Figura 3. a) Imagen antes de la reconstrucción, b) Volumen a rellenar, c) aspecto simulado tras la intervención.

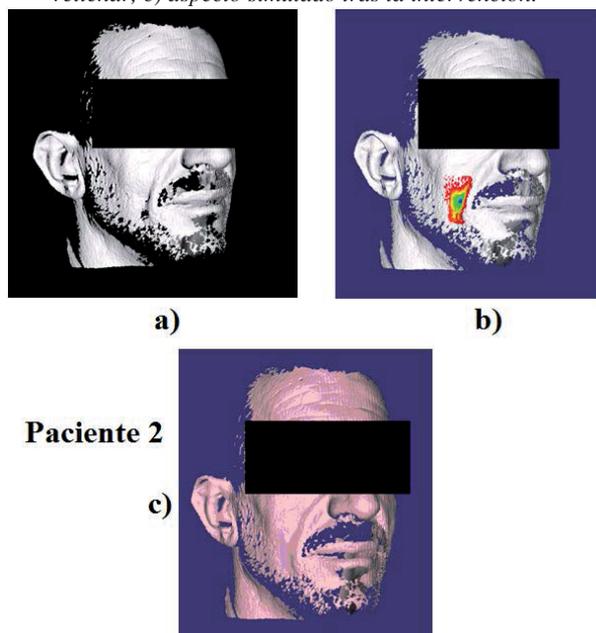


Figura 4. a) Imagen antes de la reconstrucción, b) Volumen a rellenar, c) aspecto simulado tras la intervención.

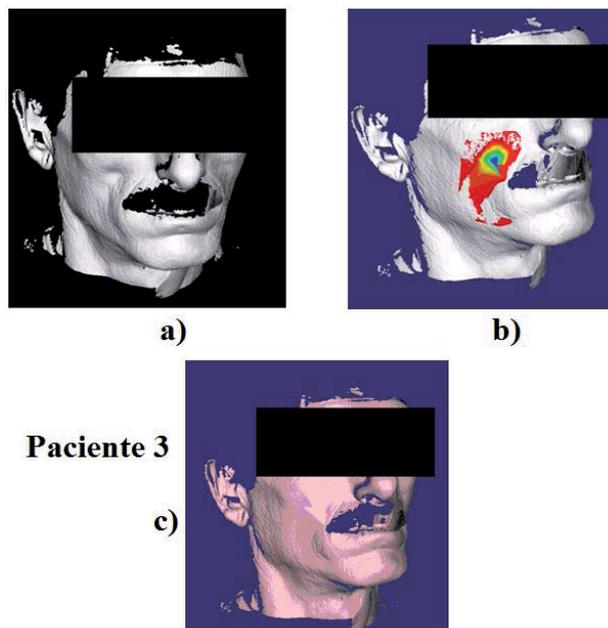


Figura 5. a) Imagen antes de la reconstrucción, b) Volumen a rellenar, c) aspecto simulado tras la intervención.

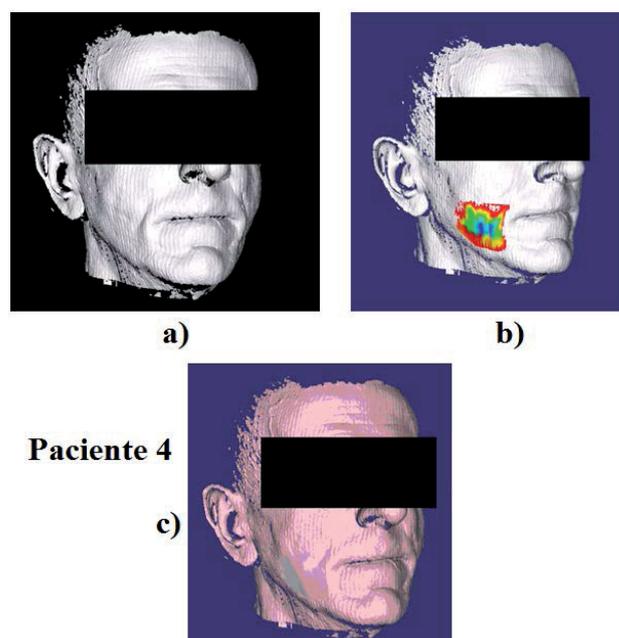


Figura 6. a) Imagen antes de la reconstrucción, b) Volumen a rellenar, c) aspecto simulado tras la intervención.

La herramienta ha sido probada satisfactoriamente por el personal encargado de las intervenciones, éste ha manifestado la concordancia entre el volumen inyectado en la intervención y el calculado con la herramienta a posteriori. En el futuro la herramienta será utilizada para la intervención quirúrgica de nuevos casos. Cuando se disponga de imágenes post-operatorias y medidas numéricas de volumen en las intervenciones de los pacientes se podrá realizar una validación más exhaustiva.

4. Conclusiones

Gracias a los medicamentos disponibles se ha conseguido impedir el avance de los efectos del VIH en los pacientes hasta el punto de transformarla de una enfermedad mortal en una enfermedad crónica. Sin embargo, los tratamientos junto con la enfermedad tienen efectos físicos de entre los cuales se puede resaltar la lipodistrofia, principalmente en el rostro.

La intervención mediante cirugía es a día de hoy la solución más eficaz. Para facilitar la planificación de tales intervenciones se ha desarrollado una herramienta de planificación quirúrgica en el entorno de programación VTK. Esta herramienta es un gran apoyo para el cirujano encargado de la misma, ya que permite visualizar resultados antes de la intervención, reduciendo así el tiempo requerido de planificación de intervención, reduciendo el número de repetición de intervenciones en caso de problemas y/o insatisfacción del paciente con los resultados.

En el futuro se espera disponer de modelos de más pacientes y de obtener imágenes de los pacientes tras la intervención, de manera que puedan ser comparadas con las imágenes obtenidas mediante simulación. Además será posible también comparar los valores numéricos de volumen y contrastarlos con los valores obtenidos en las simulaciones.

La adición de nuevas mejoras en el software tras escuchar las opiniones del personal especialista hará que la herramienta sea aún más eficaz, fácil de manejar y que proporcione modelos más naturales de superficie facial en los pacientes.

Agradecimientos

Los autores quieren dar las gracias a la Unidad de Cirugía Plástica del Hospital Virgen del Rocío por proporcionar los modelos tridimensionales de los pacientes utilizados en este trabajo. Este trabajo ha sido financiado en parte por los proyectos TEC2010-21619-C04-02, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, y AD/HUVR/2010/06, financiado por la fundación FIPSE.

Referencias

- [1] Caron-Debarle M, Lagathu C, Boccara F, Vigouroux C, Capeau J. HIV-associated lipodystrophy: from fat injury to premature aging. *Trends Mol Med.* vol. 16(5), 2010, pp 218-29.
- [2] Página web con reportaje sobre la lipodistrofia facial: Pasado, presente y futuro de la lipodistrofia en personas con VIH, <http://profesional.medicinatv.com/reportajes/muestra.asp?id=3140> (Consultada: Septiembre 2011).
- [3] Nelson L, and Stewart K.J. Experience in the treatment of HIV associated lipodystrophy, *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery* vol. 61, 2008, pp 366-371.
- [4] Página web del entorno de desarrollo de visualización 3D VTK. <http://www.vtk.org> (Consultada: Septiembre 2011).
- [5] Lee D. T., Schachter, B. Two Algorithms for Constructing Delaunay Triangulations. *International Journal of Computer Information Sciences*, vol. 9(3), 1980, pp 219-242, 1980.