

Interferometría en aplicaciones odonto-estéticas

Roba Izzeddin,¹ Semia Rafeh,² Freddy Narea,³ Rula Izzeddin⁴

Resumen

Introducción y Objetivo: La armonía facial es un elemento que juega un rol importante en la estética del rostro humano, contribuyendo casi en su totalidad al ajuste de las deformaciones producidas en el mismo, debido a la ausencia de una prótesis total o su errada colocación. El objetivo del presente estudio está enfocado a determinar y visualizar a través de imágenes y su respectivo levantamiento topográfico, las dimensiones verticales del rostro humano, con la finalidad de detectar de manera precisa las medidas necesarias, en cuanto a rehabilitación protésica se refiere. **Materiales y Métodos:** Tres casos clínicos: un caso edéntulo total antes y después de la rehabilitación protésica, al cual se le aplicó la técnica de proyección lineal y el cálculo de las dimensiones verticales respectivas, los otros dos casos uno se le aplicó la técnica de proyección lineal y el otro se le aplicó la técnica de patrones moiré, a todos se les realizó el levantamiento topográfico de la imagen en 3D. **Resultados:** La propuesta aplicada en seres humanos permite el cálculo de los parámetros que logran armonía del perfil facial y el levantamiento de las imágenes en 3D basada en dos técnicas de interferometría: proyección lineal y patrones moiré. **Conclusión:** Ambas técnicas, ofrecen al odontólogo la visualización en 3D del rostro además, la técnica de proyección lineal permite la obtención de las medidas requeridas con mayor precisión y con técnicas no invasivas. **Palabras clave:** Interferometría, Moiré, Armonía facial. **Rev.CES Odont.2010;23(2)17-24**

Interferometry on odonto-esthetic applications

Abstract

Introduction and Objective: Facial harmony is an element that plays an important role in the esthetics of the human face, contributing almost totally to the adjustment of deformations produced in it due to the absence of complete denture or its incorrect installment. The objective of this study is to determine and visualize through images and their topographical elevation, the vertical dimensions of the human face with the objective of detecting in a precise manner the necessary measurements regarding prosthetic rehabilitation. **Materials and Methods:** The sample comprises three cases: a completely edentulous patient before and after prosthetic rehabilitation on whom the linear projection technique and the calculation of the respective vertical dimensions was applied; on the second case a technical linear projection was used and on the third one the moiré patterns technique was applied; all were performed with 3D image mapping. **Results:** The proposal applied to humans allows the calculation of parameters that achieve harmony of the facial profile and mapping of 3D images, based on two interferometry techniques: linear projection and Moiré patterns. **Conclusion:** Both techniques offer the dentist a 3D visualization of the face, and in addition the linear projection technique allows obtaining the required measurements with greater precision and with a noninvasive technique. **Key words:** Interferometry, Moiré, Facial harmony. **Rev.CES Odont.2010;23(2)17-24**

Introducción

El sistema estomatognático es considerado una unidad morfofuncional integrada al sistema craneocervicofacial, por ende, una alteración en uno de sus componentes puede traer una respuesta alterada o patológica, en vista de la ruptura del equilibrio de dicho sistema.¹ En este sentido, cabe resaltar que con la pérdida de unidades dentarias, se evidencian alteraciones en la distancia entre dos puntos arbitrariamente

seleccionados: uno en el maxilar superior y otro en el maxilar inferior, definida como dimensión vertical. Las posturas neuromusculares determinan la posición de la mandíbula cuya postura es afectada por dichas pérdidas dentales.²⁻⁴ Así, la disminución en la dimensión vertical puede manifestarse por un aspecto más senil del sujeto examinado, el tercio inferior comprimido, carrillos y labios sin apoyo, el mentón protruido.⁴

1. Docente ordinario. Departamento de Prostodoncia y Oclusión. Facultad de Odontología Universidad de Carabobo.

2. Docente ordinario. Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo.

3. Docente ordinario. Departamento de Física. Facultad de Ciencias y Tecnología. Universidad de Carabobo.

4. Biotechnology Master, Thomas Jefferson University.

En otras palabras, la armonía facial es un elemento que juega un rol importante en la estética del rostro humano, contribuyendo casi en su totalidad al ajuste de las deformaciones producidas en el mismo, debido a la ausencia de una prótesis total o su errada colocación. Desde hace muchos años, los odontólogos han trabajado para lograr armonía facial, sin embargo, el instrumental existente para tomar las medidas pertinentes dificultan agilidad en el proceso. De este modo, técnicas novedosas no invasivas, permitirían el desarrollo del proceso en forma más precisa. Los nuevos odontólogos interpretarían mapas topográficos de la superficie del rostro, además de su relación con otros datos pertinentes con el estudio que pueda aportar el paciente en el momento de la consulta. La falta de tiempo y el costo, que implica que un odontólogo experto capacite a un novato hace deseable y hasta necesario contar con una herramienta que asista y oriente en la interpretación de dichos mapas para otorgar un tratamiento rehabilitador en base a necesidades del paciente. Es importante recalcar que tradicionalmente se han usado y se usan diferentes métodos para establecer la dimensión vertical adecuada, pero hasta la fecha no existe un método único capaz de responder con gran precisión.

Existen un sin número de alternativas descritas en la literatura (métodos fonéticos, estéticos, antropométricos, cefalométricos, con instrumentos, etc.) pero muchas se han probado en el tiempo, de carecer de veracidad y ser fácilmente alterables, por ello pueden entorpecer una rehabilitación.

Siguiendo este orden de ideas, el método métrico utilizado, consiste en tomar medidas con el compás de Willis en forma directa sobre el paciente: desde la base de la nariz al mentón, del nacimiento de las cejas (glabella) a la base de la nariz, del ángulo externo del ojo a la comisura, de modo que si las mismas coinciden se considera una dimensión vertical óptima y si coinciden al menos dos se puede afirmar que es aceptable, siendo una técnica invasiva sin patrones geométricos exactos y menos precisos.

Es importante que el clínico conozca que, basado en numerosos estudios, existe un nivel o gama de dimensiones dentro de la cual los músculos pueden trabajar y desarrollar todas sus funciones, restaurando la oclusión perdida.⁵ Así, se evidencia que, dicha dimensión vertical en oclusión está principalmente relacionada a la interacción de los factores ambientales y a la dinámica de la función neuromuscular a través del proceso de envejecimiento. La morfología cráneo

facial, crecimiento y morfología dentaria aportan casi todo para la variabilidad de la oclusión dentaria.⁶ Estos conceptos son complementados con los expresados por Matta y Sagawa (2003) quienes enfatizan la relación entre los tres factores de influencia en el desarrollo de la oclusión: la magnitud del tejido y del crecimiento celular, el ordenamiento espacial del esqueleto facial y la oclusión dental, la cual afecta la cantidad, tiempo y dirección del crecimiento mandibular, lo que involucra cambios en la geometría facial.⁷

Por lo expuesto anteriormente, se hace necesario estudiar algunas técnicas que permita interpretar y analizar de forma precisa los parámetros faciales, especialmente enfocados a las dimensiones óptimas con finalidad estética. Para detectar los cambios en la armonía facial se estudian dos técnicas: proyección lineal y patrones Moiré.

En este sentido, la palabra Moiré no es el nombre de alguna persona, es una palabra de origen francés que es usada al hablar de un acabado de seda importada de la China ancestral. En óptica se refiere a patrones de batidos, producidos por la superposición de dos o más patrones geométricos (rejillas) aproximadamente equi-espaciados. Dependiendo del tipo y forma de cada rejilla se obtendrá un significado físico respectivo.⁸⁻¹⁰ El uso de las técnicas basadas en los patrones Moiré, o Técnicas Moiré, fue introducido por Lord Rayleigh en 1874 para pruebas de sensibilidad reducida de rejillas.¹¹ Al usar estos patrones en interferometría se pueden realizar mediciones de formas de objetos y defectos que ellos posean, incluso utilizando luz incoherente (blanca).^{12,13} La escuela óptica Japonesa^{14,15} introdujo la técnica Moiré en el área de la salud específicamente en el cálculo de contornos, ya que esta técnica permite detectar formas y cambios en espacios y dimensiones en centímetros y milímetros, lo cual es poco utilizada en prácticas dentales.

En la representación o interpretación de los patrones de Moiré las líneas representan ondas planas y la separación entre ellas se representa la longitud de onda de luz. Las líneas rectas representan la intersección de un plano de fase constante con el plano de la figura. Superponiendo los dos conjuntos de líneas se podría pensar en la superposición de dos ondas planas con un ángulo α entre sus direcciones de propagación. Donde las dos ondas están en fase se observan franjas brillantes (interferencia constructiva), y donde están fuera de fase resultan franjas oscuras (interferencia destructiva) incluso con diferentes ángulos α de inclinación. (Figura 1)

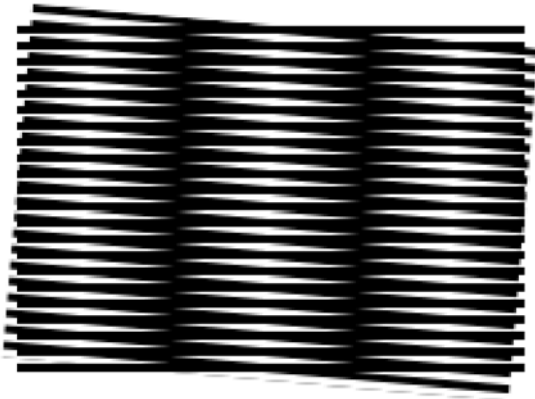


Figura 1. Líneas rectas y rejillas superpuestas

Al proyectar la rejilla lineal o el patrón Moiré sobre el rostro humano se captura una imagen que posteriormente es procesada bajo ambiente Matlab, el cual es un software matemático poderoso desarrollado y distribuido por Mathworks,inc.®, es utilizado ampliamente en la academia y en la industria debido a sus capacidades avanzadas, además posee una serie de herramientas que contienen funciones comúnmente utilizadas en el campo de la ingeniería. Matlab es el nombre abreviado de Matrix Laboratory programa especializado para realizar cálculos numéricos con un lenguaje de programación propio.¹⁶ Hoy en día Matlab es usado en diversas áreas incluyendo procesamiento de señales e imágenes, diseño de sistemas de control, ingeniería financiera e investigación médica. Por ende provee una serie de herramientas que facilitan el procesamiento de la información mediante representaciones en el plano y en el espacio (2D y 3D).¹⁷

Este estudio centra sus objetivos en visualizar y determinar dimensiones acertadas del rostro que facilitan la armonía facial. Para el logro de los objetivos, se utiliza la interferometría como técnica de medición que consiste en el fenómeno de superposición de ondas sobre el rostro humano. El aporte consiste en proveer una herramienta que permita la interpretación de la topografía del rostro y el cálculo de las dimensiones verticales respectivas. Se propone el cálculo de dichas dimensiones basado en una técnica que utiliza rejilla simple, definida como proyección lineal y la visualización en 3D de las imágenes faciales obtenidas con ambas técnicas, proyección lineal y patrones Moiré. Estas técnicas son elegidas por dos aspectos fundamentales: el bajo costo que ofrece el trabajo con luz blanca y la no invasión directa al paciente.

Los resultados capturados a través de estas técnicas se representaran en un mapa topográfico del rostro que muestra las medidas de las dimensiones pertinentes y permite comprender, cuantificar y sobre todo, planear cada acto clínico con gran precisión. Por ende, el objetivo principal del presente estudio es el levantamiento de la topografía facial y las medidas del rostro humano para establecer dimensiones adecuadas en pacientes que asisten a la consulta odontológica con necesidades de rehabilitación protésica.

Materiales y Metodos

El marco metodológico de este estudio, en función de los objetivos establecidos, se ubica dentro la modalidad de proyecto factible, que consiste en la elaboración de propuestas que sean viables, que respondan a necesidades que se han evidenciado a través de una investigación documental y/o de campo.¹⁸ Esta investigación se desarrollo en tres fases: Diagnóstico de la necesidad, estudio de las técnicas y diseño de la propuesta. La primera fase consistió en determinar la discrepancia en las medidas de la dimensión vertical en pacientes post rehabilitación protésica que asisten a consulta odontológica apoyándose en una investigación descriptiva y de campo, por que los datos de interés se obtienen de la realidad.¹⁹ La segunda fase y basándose en los resultados obtenidos se determinó la necesidad de implementar una técnica novedosa que arroje imágenes y medidas en pro de la armonía facial. Considerando los aspectos técnicos económicos y de análisis involucrados. En la tercera fase se diseña una propuesta que genera el levantamiento topográfico en 3D de las imágenes del rostro y algunas dimensiones necesarias para el logro del objetivo planteado. La población está conformada por los pacientes con signos de desarmonía facial con rehabilitación protésica, que asistieron a consulta privada durante 15 días en el mes de enero del año 2009, correspondiente a un total de 10. La muestra, seleccionada al azar, estuvo conformada por tres pacientes equivalente al 30% de la población en estudio.

De los tres pacientes se utilizó como piloto dos pacientes dentados con armonía facial a los cuales se le aplico proyección lineal y topografía Moiré respectivamente (Figuras 3, 4, 5a y 5b). Los criterios de inclusión utilizados fueron pacientes dentados, clase I de Angle con armonía facial. En lo que respecta al tercer paciente seleccionado, el criterio de inclusión fue edéntulo mayor de 60 años con desarmonía facial y rehabilitación protésica total. Cabe resaltar que se tomo como base la información

emitida por el análisis de los parámetros faciales de los dos primeros pacientes, como punto de partida para la selección de la técnica de proyección lineal para identificar la dimensión vertical de pacientes con necesidades de rehabilitación protésica.

La información fué registrada en un instrumento de recolección de datos, consistente en un formulario diseñado para asentar los datos que se obtienen durante el proceso de recolección.¹⁹ En este estudio se utilizó la historia clínica de cada paciente, con una tabla anexa que indica los valores de dimensión vertical pertinente. Este instrumento se utilizó para el diagnóstico correspondiente a la fase inicial.

Cabe destacar que, la metodología utilizada para el diseño de la propuesta, consiste en ubicar el rostro humano a digitalizar en el plano proyectado de una rejilla o del patrón respectivamente (Figura 2). Este estudio presenta dos técnicas: los sistemas ópticos basados en la técnica de proyección de luz blanca sobre franjas lineales (serie de líneas blancas y negras) equidistantes, proyectadas al rostro del paciente en cuyo plano se encuentra una cámara CCD que registra la fotografía con el patrón deformado (Figura 3) y su levantamiento topográfico respectivo (Figura 4) y la segunda técnica donde se superponen dos rejillas lineales a un ángulo α hasta obtener el patrón Moiré para luego proyectarlo sobre el rostro y obtener el patrón deformado deseado (Figura 5a) y su levantamiento topográfico respectivo. (Figura 5b)

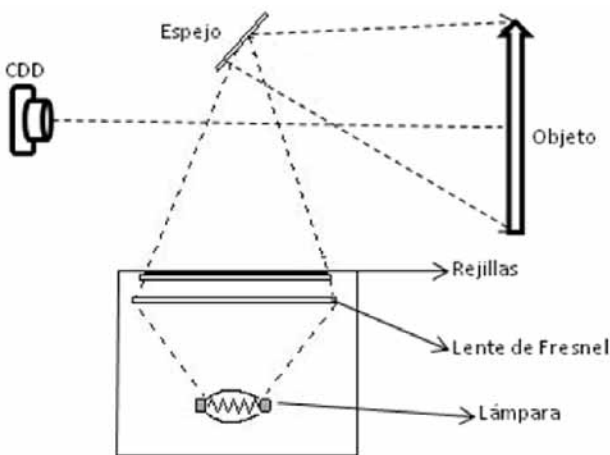


Figura 2. Esquema del Experimento

El aumento A de la imagen, partiendo del efecto óptico de lentes convergentes es la relación: $A \approx \frac{H_i}{H_o}$, donde la altura del objeto H_o (rostro del paciente) se obtiene proporcional a la altura de la imagen. En este estudio, A corresponde con el aumento óptico de la cámara digital utilizada 6x, para posteriormente procesar la imagen a través de Matlab, que debido a su caja de herramientas y a la programación computacional se puede estudiar en detalles aspectos del color y de la geometría de dichas imágenes, las cuales el ojo humano no es capaz de detectar, como por ejemplo tratar de diferenciar un pequeño cambio en la tonalidad de un color, detectar un desplazamiento nanométrico o estudiar la morfología en objetos.

Para poder transformar la información numérica que almacena un pixel (del inglés *picture element*, es decir, "elemento de la imagen") de una imagen es necesario conocer el tamaño en bits y el modelo de color RGB (del inglés *Red, Green, Blue*), que permite crear un color componiendo tres colores básicos: el rojo, el verde y el azul. En este modelo se usan 8 bits para representar la proporción de cada una de las tres componentes primarias. De esta forma, cuando una de las componentes vale 0, significa que esta no interviene en la mezcla y cuando vale 255 (2^8-1) significa que interviene aportando el máximo de ese tono. En una escala monocromática el 0 indica el negro y el 255 el blanco.

El registro de las imágenes capturadas se realizó mediante el siguiente método:

1. Se ubica sobre una base una cámara CCD, de amplitud 6x que registra la imagen en el mismo plano de la proyección sobre el rostro del paciente.
2. Posteriormente, se coloca un retroproyector de transparencias que permite el aumento o disminución de la imagen proyectada sobre el rostro del paciente hasta lograr la proyección nítida de la imagen.
3. Sobre el retroproyector se coloca una rejilla o en el segundo caso un patrón Moiré.
4. Se indica al paciente estar de pie entre la pantalla y el retroproyector.
5. Se ajusta la imagen hasta lograr enfoque adecuado.
6. Se registra la imagen (Figura 3).

Estas imágenes control fueron digitalizadas y posteriormente procesadas para obtener los levantamientos topográficos en 3D, a través del software MATLAB® (Figura 4). En escala de colores el color más oscuro representa la mayor profundidad de cada parte del rostro, en este caso el color azul, en contraste a las áreas de mayor relieve que se evidencian con el color amarillo.

Del paciente control (edéntulo) (Figura 6), a través del análisis de la imagen obtenida y en términos de programación se obtuvieron las medidas verticales del rostro humano, las cuales fueron comparadas con las medidas del rostro tomadas con el compás de Willis. (Tabla 1)

Tabla 1. Comparación de Dimensión Vertical

Distancias	Dimensión programa(cm)	Dimensión Real (cm)
Menton –nariz	7,39	7.0
Nariz- cejas	6,00	6.8
Labios-ojos	6,47	6.5

La Tabla 1, denota con claridad que el programa propuesto arroja valores de amplia exactitud en comparación con el método convencional que impide la toma de medidas expresadas con dos decimales de precisión.

Resultados

De los diez pacientes que asistieron a consulta se tomaron tres, de los cuales uno se denominó paciente control al cual se le registraron las imágenes bajo el método indicado antes y después de la rehabilitación protésica, para lo cual se utilizó una rejilla de franjas lineales sobre el rostro del paciente (Figura 6a y Figura 6b), posteriormente dichas imágenes registradas se digitalizaron creando un mapa topográfico en 3D de las mismas (Figura 7a y Figura 7b). En la Figura 6a se puede evidenciar las líneas de expresión marcadas, además de nariz descendida, surcos nasogeniano pronunciado, escaso soporte labial y protrusión mandibular. Una muestra de los resultados después de binarizar la imagen y esqueletizar las franjas permiten evaluar el modelamiento de la superficie facial a través de un levantamiento topográfico donde se representan dichas características pronunciadas en la escala de colores de mayor intensidad. (Figura 7a)

En otras palabras, la escala de colores representa diferentes niveles de profundidad real del rostro donde en la barra derecha de la figura se muestra la relación entre valores de profundidad y colores. (Figura 7)

Nótese como la superficie facial se diagrama de la siguiente forma: color azul oscuro representa la sección más profunda de la cara, mientras que los colores que varían hacia amarillos más claros representan la zona más elevada de la superficie facial.

En cuanto al análisis de las características del sistema experimental y propagando errores se ha calculado que las dimensiones verticales a través del programa se pueden arrojar hasta con un margen de error de 0,04%, considerando que un pixel es 0.03 cm. Sin embargo, entre las dos técnicas con una rejilla y con patrones Moiré se observa en ambas la posibilidad de visualizar y calcular diferentes parámetros verticales y de profundidad, solo que al utilizar los patrones Moiré también incide el ajuste manual del ángulo de inclinación entre las rejillas hasta observar los patrones coincidir con el mentón, la base de la nariz y el nacimiento de las cejas respectivamente. Se sugiere aumentar la distancia entre el proyector y el paciente de tal forma que las reflexiones de luz del proyector no afecte la calidad de la imagen y las franjas.

Discusión

Diversos autores han sugerido el uso de técnicas de bioingeniería aplicadas en la disciplina odontológica. En este sentido, la topografía Moiré se ha visto utilizada a nivel corporal, más sin embargo raramente utilizada a nivel facial. Así, Gaoxiong y colaboradores muestran un estudio con la revisión de los principios básicos y técnicas de topografía Moiré seguida de programación en tres dimensiones. Dicho estudio fue aplicado a 137 Taiwaneses con edades comprendidas entre 18 y 22 años, 70 de los cuales de sexo masculino y 67 femenino, con criterio de inclusión clase I de ángulo, lo que coincide con el presente estudio donde la muestra inicial fue dos pacientes con dichas características como base. El mencionado autor analizó los datos recolectados de la topografía Moiré, a través de un escaneado procesado con el uso de computadora y presentó como finalidad identificar las diferencias en cuanto a sexo se refiere, en contraposición con el presente estudio donde las diferencias que se evidencian en las topografías respectivas radican en los principios emitidos por el primer análisis, en los cuales se basó el estudio del tercer paciente de la muestra que presenta necesidades

protésicas.²⁰ Bajo este orden de ideas, Tsuyoshi y colaboradores, presentan un sistema para el análisis de la morfología facial usando patrones Moiré. La metodología utilizada es similar, es una cámara especial; a la cual se le introdujo patrones moire directamente, lo que difiere del estudio presentado ya que el patrón Moiré se aplicó indirectamente, posicionado en un proyector. De la misma manera, el mencionado autor afirma que dicha imagen es introducida en la computadora donde se analiza automáticamente las dimensiones del rostro, aunque la finalidad difiere ya que realiza énfasis en diferencias entre el lado derecho e izquierdo del rostro, identificando así asimetrías faciales.²¹ El estudio presentado por los autores de esta investigación y los autores mencionados anteriormente, converge en la facilitación de la planificación del tratamiento y la verificación de los resultados, en éste caso para la especialidad de cirugía máxilofacial a diferencia del estudio enfocado al área de rehabilitación protésica. Los autores anteriormente mencionados (Tsuyoshi y colaboradores) presentaron un segundo estudio aplicado a una población de japoneses tomando como muestra 60 estudiantes universitarios donde realizaron un análisis a través de topografía moire, en la región central del rostro revelando diferencias entre sexos, destacando dichas diferencias entre el lado derecho e izquierdo del rostro. Sobre la data recolectada se sugirió 1 mm de diferencia permisible entre las dos zonas sobre el labio. Aquí radica la importancia del estudio para la asertividad y éxito de la cirugía de paladar hendido y labio leporino.²² Todo esto refleja el uso ilimitado de técnicas de bioingeniería en la disciplina odontológica en todas sus subespecialidades.

Conclusiones

Al utilizar la técnica de proyección lineal con rejillas lineales sobre el rostro del paciente se visualiza y determina con gran facilidad las dimensiones verticales necesarias del mentón a la base de la nariz, de la base de la nariz al nacimiento de las cejas, de la comisura labial al ángulo externo del ojo y el paralelismo existente entre la línea bipupilar y el plano protésico, todos factores fundamentales para el complemento de la armonía facial. La técnica de patrones Moiré con rejillas lineales también

permite obtener las dimensiones verticales necesarias sobre el rostro. Sin embargo; esta técnica aún está en la fase de desarrollo.

El levantamiento topográfico de las imágenes procesadas permite al profesional de la salud, en este caso de la odontología una caracterización integral y más amplia útil para la determinación del plan de tratamiento y su realización de una manera certera complementando el estudio de la dimensión vertical con las profundidades del rostro mostradas.

El estudio de secuencias de imágenes previo y posterior a la rehabilitación es muy útil en investigaciones cuyo objetivo es la detección de alteraciones en proporciones faciales y verificación de que la proporción facial otorgada al paciente es la óptima. La ventaja radica en que la imagen obtenida con patrones a través del mapa de bits permite medir en diferentes momentos los cambios faciales pertinentes al progreso del paciente con exactitud y precisión. El resultado post rehabilitación protésica observado en la imagen de la paciente (Figura 6b), se ve reflejado en la mejora de signos de expresión además de armonía de la superficie de surcos nasogeniano y en el perfil facial, aunado a una mejora en la dimensión vertical utilizando la mediciones arrojadas por el procesamiento de la imagen sin rehabilitar, es decir se logra equilibrio facial en base a las medidas que arrojó el programa utilizado.

La utilización de luz blanca y el diseño no invasivo del experimento utilizado es factible, preciso y económico en comparación con técnicas intrabucales de video cámara, láser y computadores personales.

Cabe destacar que por ser éste un estudio piloto es recomendable el ajuste de algunos factores al momento de tomar la fotografía: fijar la distancia cámara-paciente, usar un fondo negro para evitar los efectos de brillo en la fotografía, evitar el uso del zoom digital y objetos brillantes y limpiar los rostros sudorosos previa fotografía para obtener de este modo aún mejor nitidez en la imagen.



Figura 3. Imagen con Patrón lineal

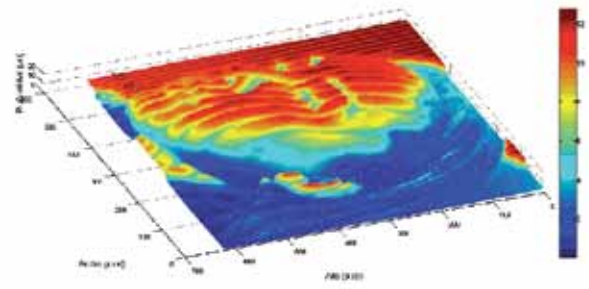


Figura 4. Topografía de la Figura 3



Figura 5a. Imagen con Patrón Moiré

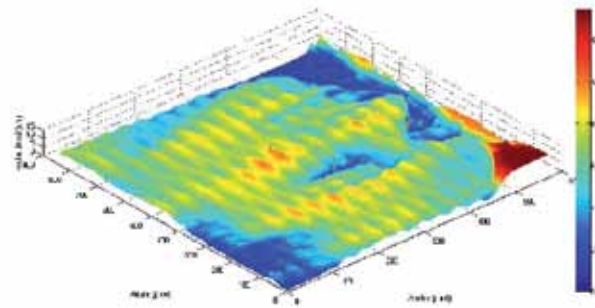


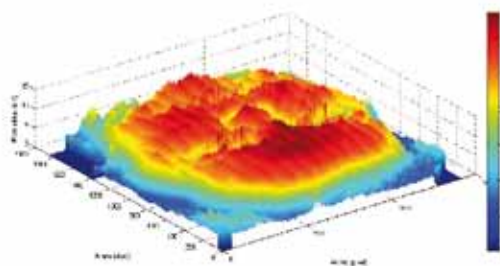
Figura 5b. Topografía de la figura 5a



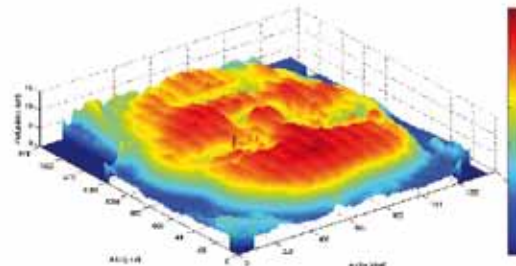
(a) Antes

(b) después

Figura 6. Fotografía con patrón lineal



(a) Antes



(b) Después

Figura 7. Topografía con patrón lineal

Referencias

1. Valdivia J, Marcus A, Miralles R. Síndrome de disfunción dolorosa mio facial: Evaluación clínica comparativa de su terapia en base a tres tipos de planos. Rev Chil Ortod 1985; (11):108-116.
2. Mack M. Vertical Dimension: A dynamic concept based on facial form and oropharyngeal function. J Prosthet Dent 1991; 66: 478-485.
3. Helsing G. Functional adaptation to changes in Vertical Dimension. J Prosthet Dent 1984; 52 (6): 867- 870.
4. Rugh J, Drago C. Vertical dimension: A study of clinical rest position and jaw muscle activity. J Prosthet Dent 1981; 45 (6):670-674.
5. Matta C, Sagawa J. Comparación entre la zona facial media y el tercio facial inferior en estudiantes de 19 a 25 años de edad de la Facultad de Estomatología de la UPCH. Rev Estomatol Herediana 2003; 13 (1-2): 23 - 26.
6. Moyers RE, Wainright RL. Skeletal contributions to occlusal development. 1a ed. McNamara: Jr, Ribbens; 1977.
7. Miller AJ, Vargevik K. Neuromuscular changes during long-term adaptation of the Rhesus monkey to oral respiration. 2a ed. McNamara: Jr, Ribbens; 1979.
8. Theocaris P. Moire Fringes in Strain Analysis. 2a ed. Oxford: Pergamon Press; 1969.
9. Durelli A, Parks V. Moiré Analysis of Strain. 4ed. Prentice Hall, Inc: New Jersey; 1970.
10. Chiang F, Shadow A. Moiré Method. Exp. Mech. 1975; 15: 382.
11. Creath K, Wyant C. Moiré and Fringe Projection Techniques Optical Shop testing. 2nd. ed. Jhon Wiley and Sons; 1992.
12. Martínez A, Rayas J, Flores J, Rodríguez R, Donato D. Técnicas Ópticas para el Contorneo de Superficies Tridimensionales. Rev Mex Física 2005; 51: 431-436.
13. Herrera J, García J. Determinación de Formas Tridimensionales por Topografía Moiré Rev. Col Física. 2004; 36 (1): 118-121.
14. Takasaki H. Moiré Topography Appl. Optics 1970; 9 (12) :1467.
15. Kamonji Y. A Morphological Study of Facial Soft Tissue. Neppal Dent University 1977; 11:90.
16. The Mathworks accelerating the pace of engineering and science: [serial port I/O] 2009 [citado 20 de agosto 2009]. Disponible en URL: http://www.mathwors.com/aplicaciones/dsp_.comm/
17. Hanselman D, Littlefield B. Mastering Matlab. 7a ed. Prentice Hall: New Jersey; 1998.
18. Sierra R. Técnicas de investigación Social Teoría y ejercicios, 10Ed. Paraninfo 1995.
19. Balestrini M. Como se elabora un proyecto de investigación. 1ª Ed. Consultores asociados. 1997.
20. Gaoxiong Yi Xue Ke Xue Za Zhi. The application of Moiré topography in analysis of face among Taiwanese adults. 1995 [consultado el 16 de junio de 2010]. Disponible en URL: <http://www.biomedsearch.com/nih/application-topographyin-analysis-face/7629919.html>.
21. Tsuyoshi K, Nagato N, Suemori-dori, Chikusa-k, Nagoya J. Three-dimensional analysis of facial morphology using Moiré stripes: Part I. Analysis of normal adults. Intern J of Oral and Maxillofac Surg. 2005;19 (6): 356-358.
22. Tsuyoshi K, Nagato N, Suemori-dori, Chikusa-k, Nagoya J. Three-dimensional analysis of facial morphology using Moiré stripes: Part II. Analysis of normal adults. Intern J of Oral and Maxillofac Surg. 2005; 2-11: 464.

Correspondencia:
rubaizzeddin@gmail.com.

Recibido para publicación: Abril de 2010
Aprobado para publicación: Noviembre de 2010



UNIVERSIDAD CES

Un Compromiso con la Excelencia
Resolución del Ministerio de Educación Nacional No. 1371 del 22 de marzo de 2007