

Imagenología tridimensional en ortodoncia

Chung How Kau • Stephen Richmond

Los avances de la tecnología tridimensional (3D) han acelerado a pasos formidables durante las últimas dos décadas con máquinas más novedosas y *software* de soporte avanzados. Esto ahora significa que las aplicaciones para los entornos clínicos pueden ser creadas y usadas en el diagnóstico de rutina, la planificación del tratamiento y la educación del paciente. Los ortodontistas encontrarán que estos avances también repercutirán en la profesión, y este capítulo está dirigido para dar al lector la base fundamental para entender este tópico interesante y apasionante.

1. Técnicas y dispositivos de imagenología – ¿Qué significan para el ortodontista?

Las nuevas tecnologías alcanzan los entornos comerciales y clínicos diariamente y se filtran en cada aspecto del campo médico y dental. Los ortodontistas también están expuestos a este ritmo de cambio vertiginoso, y estos avances han permitido los métodos innovadores para el diagnóstico facial, la planificación del tratamiento y la aplicación clínica.

Con las continuas innovaciones y el uso de las herramientas poderosas de *software* computarizado, se ha visto en las últimas dos décadas una reintroducción de los dispositivos de imagenología de tejido duro y blando en sucesión rápida. El ortodontista necesita abrazar estos nuevos métodos de diagnóstico y de planificación de tratamiento, puesto que las imágenes producidas agregan una nueva dimensión a los conceptos actuales y prueban las bases de nuestro conocimiento.

2. ¿Qué significa la producción de una imagen tridimensional y cómo se obtiene?

La reconstrucción de una imagen tridimensional es una tarea compleja que se vale de principios matemáticos. La imagen 3D es esencialmente un objeto que parece tener una extensión en profundidad. En la fotografía, una imagen 3D es reconstruida por los principios de la visión estereoscópica cuando dos imágenes se arman a partir de dos o más cámaras a distancias y ángulos conocidos. En la radiografía, los cortes múltiples o vistas múltiples de un objeto son reconstruidos inteligentemente usando algoritmos matemáticos complejos para producir una representación del objeto.

3. ¿Cuál sería una posible clasificación de estos dispositivos?

Las imágenes tridimensionales pueden obtenerse en una variedad de maneras. Un sistema de clasificación posible es listado en la Tabla 5-1.

4. ¿Cuáles son algunas de las aplicaciones clínicas?

Existe un número de aplicaciones clínicas reportadas y posibles. Serán discutidos bajo dos títulos principales: imagenología de superficie e imagenología del tejido duro.

IMAGENOLOGÍA DE SUPERFICIE

CRECIMIENTO FACIAL

Se han hecho investigaciones significativas en el pasado sobre el crecimiento del tejido duro del esqueleto craneal. Sin embargo, los estudios reportados que enfocan y analizan la morfología y el crecimiento del tejido blando son comparativamente menor en relación a la literatura ortodóntica general.¹ A pesar de todo, el perfil externo es en gran medida la entidad más visible por la cual los clínicos y las personas profanas en la materia hacen opiniones y formulan juicios. Hoy en día, con un mayor énfasis colocado en el equilibrio entre los tejidos duros y blandos, es importante tener datos confiables y fácilmente disponibles sobre el perfil externo de tejido blando. Actualmente, existe una falta de énfasis en el desarrollo longitudinal de los tejidos blandos. La mayoría de los datos disponibles sobre el cambio del perfil de tejido blando han sido obtenidos de los datos cefalométricos con un pequeño número adicional de los datos 3D limitados. Los estudios del tejido blando son difíciles y las estructuras del tejido son afectadas inevitablemente por los movimientos y las distorsiones. Sin embargo, la colocación cuidadosa del paciente y el buen detalle técnico han permitido que estas imágenes sean reproducibles a un alto nivel de aceptabilidad clínica.

La investigación precoz de la imagenología 3D ha demostrado que el crecimiento de las estructuras faciales sigue en términos generales en concordancia al género y a la edad. El crecimiento está presente en un número de estructuras faciales y puede visualizarse como cambios de superficie y de volumen (Fig. 5-1). Además, el sistema es tan sensible que el crecimiento asimétrico es identificado en el 33% entre 11 a 12 años de edad. En la gran mayoría de estos casos, el crecimiento asimétrico se estabiliza durante 1 año de evaluación. Sin embargo, existe una pequeña proporción de niños que continúan creciendo asimétricamente (Fig. 5-2).

PATRONES FACIALES PROMEDIOS Y SUPERPOSICIONES

Los patrones faciales promedios de las imágenes 3D de una cohorte de individuos de la misma edad pueden también ser creadas.^{2,3} Este procedimiento implica la prealineación de las imágenes mediante la determinación

Tabla 5-1 Representación tabular de los dispositivos de imagenología de superficie

MÉTODO	FUENTE	EJEMPLOS DE INDUSTRIAS
Contacto directo	Sonda manual	a. Polhemus 3 Space Digitizer b. ELITE
Fotogrametría Láseres	Fotografía convencional Luz láser Clase I o II aprobado por la FDA de 670-690 nm	a. Estereofotogrametría a. Unidades fijas <ul style="list-style-type: none"> • Medical Graphics and Imaging Group, UCL • Laboratorio Cyberware 3030 / SP • Otros
Luz estructurada	Luz láser Clase I o II aprobado por la FDA de 670-690 nm Patrones de luz distorsionados y captura de la luz fotogramétrica	b. Portátiles y móviles <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas Minolta (versiones modelo 700, 900, 910, 9i) • Polhemus portátil (FASTSCAN)
Video-Imagen	Secuencia de videos	a. Cámara simple b. Cámara múltiple <ul style="list-style-type: none"> • Patrones Moire • OGIS Range Finder RFX-IV • CAM, sistema de forma tridimensional • Estereofotogrametría C3D-dimensional (Glasgow) - Asistido por computadora • 3dMD™ Face System • Otros
Fuentes de Radiación	Pulsos de radiación	a. Motion-Analysis™ a. TAC b. TC de Haz de Cono
Otros		a. IRM b. Ultrasonidos

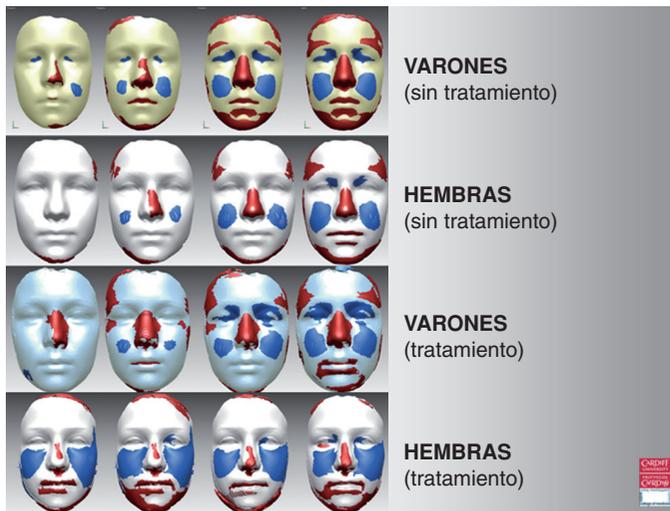


FIG 5-1 El crecimiento facial según lo ilustrado por los cambios en el patrón facial promedio en varones y hembras. Las áreas rojas indican cambios positivos, mientras que las áreas azules indican cambios negativos.

de sus ejes principales (basadas en el cálculo del tensor de la inercia de cada imagen 3D) seguidas por el mejor acople de la alineación de las imágenes y entonces por el promedio de las coordenadas de la imagen normalmente con el plano facial. Para cada punto que representa el plano facial obtenido por el promedio, se calculan las desviaciones estándares permitiendo la construcción de la «desviación estándar» de las caras que indican la variación del patrón facial promedio. Los resultados obtenidos pueden emplearse para la identificación de las anomalías faciales en los pacientes (Fig. 5-3). La cara examinada se superpone sobre el patrón facial promedio usando la mejor técnica de acople, y entonces un mapa

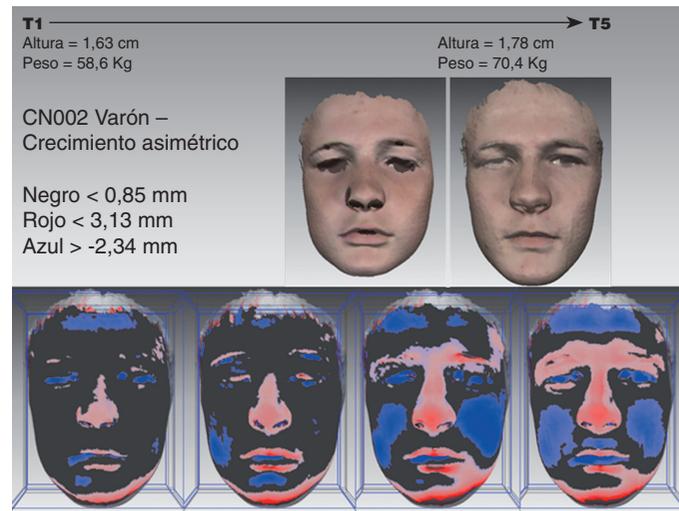


FIG 5-2 Crecimiento asimétrico de la cara de un niño durante un período de crecimiento de dos años. Observe la reorganización asimétrica de la mandíbula.

de divergencia puede construirse mostrando las regiones con desviaciones anormales. Las desviaciones pueden ser identificadas y cuantificadas en términos de medida lineal, de área, y volumétricas.

EVALUACIONES QUIRÚRGICAS

Los pacientes están a menudo ansiosos por conocer los efectos del tratamiento siguientes a la cirugía ortognática, y la información actual disponible puede solamente ser extrapolada de la investigación usando los datos 2D. En consecuencia, los clínicos no pueden proporcionar una imagen exacta al paciente y orientar en relación a la morbilidad

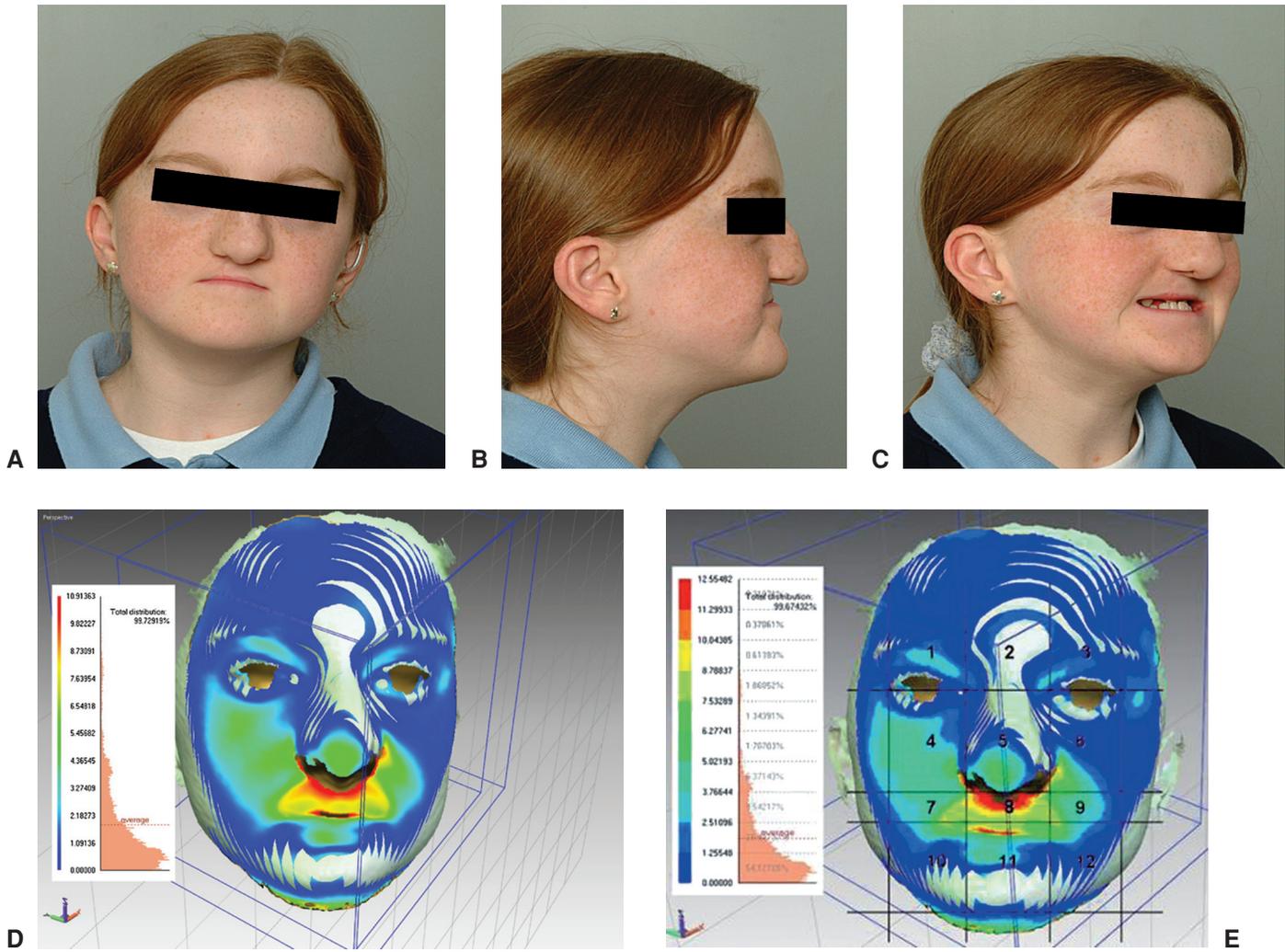


FIG 5-3 A-C, Niña de 11 años de edad con hendidura de labio y paladar unilateral derecha. **D**, Superposición de la paciente sobre el patrón facial promedio de 11 años de edad; el color del mapa indica la magnitud de la desviación alrededor de la región de la hendidura (rojo, 10,9 mm; verde, 6,5 mm; cian, 3,3 mm de retrusión comparada con el patrón facial promedio). **E**, Método de evaluación por zonas, las doce zonas indican el área y la profundidad de la desviación a partir del patrón facial promedio.

implicada. La exitosa aplicación de la tecnología de imagenología 3D proporciona un medio para el análisis adicional en los ensayos clínicos.⁴ Los datos iniciales de la investigación demuestran que la cantidad de inflamación es mayor 1 día después de la cirugía pero mejora significativamente con el tiempo. La cirugía bimaxilar produce la mayor cantidad de inflamación pero se reduce a un ritmo más rápido que en la cirugía monomaxilar. Además, aproximadamente el 60% de la inflamación inicial se reduce después de 1 mes para la cirugía ortognática de uno y los dos maxilares. La Fig. 5-4 representa ejemplos quirúrgicos.

IMAGENOLÓGIA DEL TEJIDO DURO

Probablemente el mayor impacto de las técnicas de imagenología 3D para la ortodoncia y la odontología ha sido la introducción de la tecnología del haz de cono. Esta técnica de radiación relativamente baja permite tomar todas las radiografías posibles en menos de 1 minuto.

El ortodoncista tiene ahora la calidad diagnóstica de las radiografías periapicales, panorámicas, cefalogramas y oclusales y las series de la ATM a su disposición, junto con las vistas que no pueden ser producidas por las máquinas radiográficas regulares como las vistas axiales y los cefalogramas separados para los lados izquierdo y derecho. Numerosas aplicaciones clínicas ya han sido reportadas en la literatura (Fig. 5-5).⁵

DIENTES IMPACTADOS Y ANORMALIDADES BUCALES

La incidencia de los caninos ectópicos del maxilar ocurre en aproximadamente 3% de la población. En cuanto a la distribución y localización ha sido reportada un 80% palatinamente y un 20% bucalmente. El método del cambio del tubo (también conocido como la *técnica de paralaje*) ha sido el método tradicional para localizar estos caninos y proporciona una posición arbitraria y la aproximación del nivel de dificultad para el manejo del canino. Esta técnica investigativa usa dos

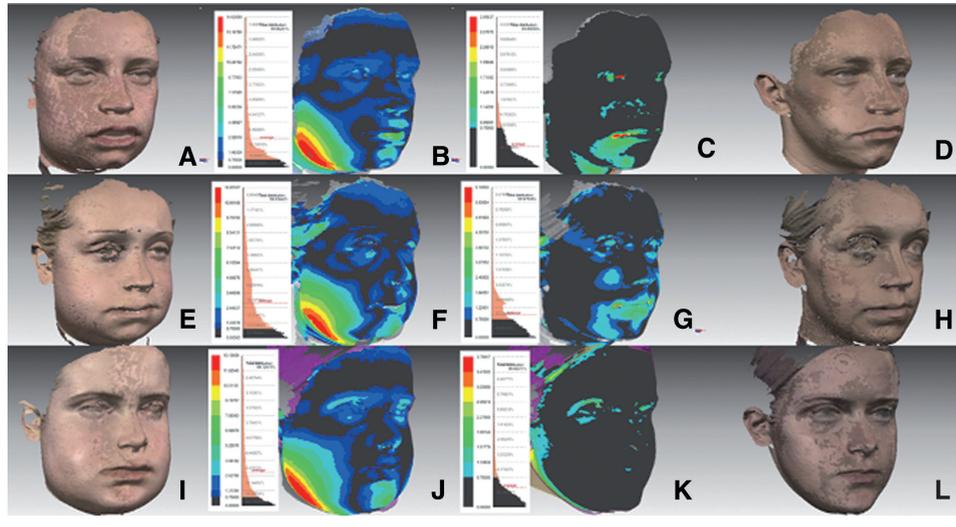


FIG 5-4 A-D, Cambios inflamatorios faciales asociado con un paciente que presenta una maloclusión Clase II división 1. E-L, Cambios inflamatorios faciales asociado con los pacientes con maloclusiones Clase III. Observe que el proceso de inflamación es similar en todos los casos en la región submase-térica y mejora con el tiempo.

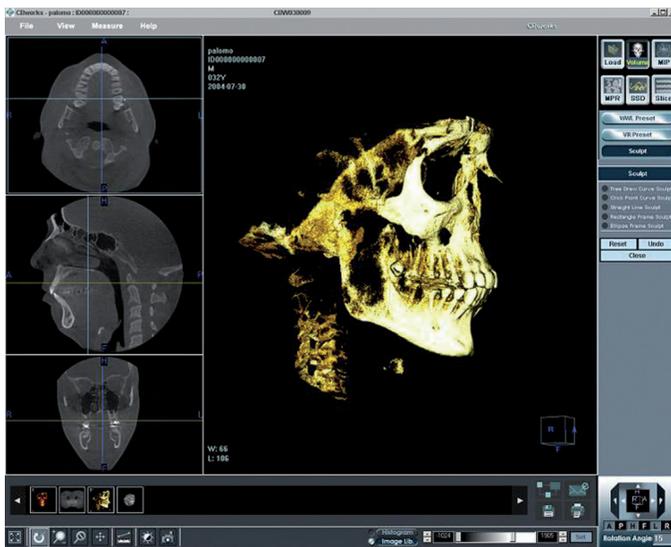


FIG 5-5 Imagen de haz de cono con las vistas 3D tradicionales para la evaluación. (Cortesía de Mr. Arun Singh, Imaging Sciences, US).

radiografías convencionales y la localización del diente identificado por el movimiento de los objetos respectivamente hacia la trayectoria en la cual la radiografía fue tomada. Además, el grado de la patología causado por el diente ectópico y sus estructuras circundantes también han sido evaluados por estas radiografías.⁶ Sin embargo, los reportes clínicos que emplearon las TAC convencionales 3D han demostrado que la incidencia de la resorción de la raíz a los dientes adyacentes ha sido más alta de lo que se pensaba previamente.⁷

Un reporte reciente encontró que el uso de la tecnología TC de haz de cono (TCHC) podría sumar valor al manejo de los pacientes con tales anomalías.⁸ Los autores usan esta tecnología para localizar precisamente los caninos ectópicos y para diseñar estrategias de tratamiento que permitan la realización de una cirugía mínimamente invasiva además de ayudar a concebir estrategias ortodónticas eficaces.

Otro uso interesante del TCHC es la localización de las anomalías bucales incidentales en los pacientes. Algunos centros en EUA han comenzado a adoptar la imagenología por TCHC en los procedimientos de exámenes dentales rutinarios. Los reportes iniciales han sugerido que existen incidencias más altas de anomalías bucales que las sospechadas previamente (ej., quistes bucales, dientes ectópicos/sumergidos y supernumerarios) (Fig. 5-6).

El valor de estos hallazgos debe tomarse con precaución, puesto que el número de los tratamientos electivos que pueden llevarse a cabo puede ser limitado. Esto conduce a la interrogante de si intervenir en cada anomalía localizada en estas imágenes 3D y el grado en la cual el paciente necesite ser informado. En caso que estas anomalías fueran a conducir a episodios patológicos, ¿qué responsabilidades tendrían el clínico y el paciente en el proceso de la toma de decisión? Esto podría conducir a un sinnúmero de problemas medicolegales futuros en la manera como los clínicos y los pacientes manejan la información.

ANÁLISIS DE LA VÍA RESPIRATORIA

La tecnología TCHC proporciona una mejora considerable en el análisis de la vía respiratoria, permitiendo su análisis 3D y volumétrico. El análisis de la vía respiratoria ha sido realizado convencionalmente usando cefalogramas laterales. Un estudio reciente en 11 sujetos, usando cefalogramas laterales e imagenología TCHC, encontró una variabilidad moderada en las medidas del volumen y el área de la vía respiratoria superior.⁹ El análisis tridimensional de la vía respiratoria sin duda es útil para comprender las razones por las cuales las condiciones clínicas como la apnea del sueño y los adenoides hipertrofiados afectan la manera en que los clínicos manejan estas condiciones complejas.

EVALUACIÓN DE LA ALTURA Y EL VOLUMEN DEL HUESO ALVEOLAR

Los implantólogos ha apreciado mucho la tercera dimensión en su trabajo clínico. Los TAC convencionales se utilizan rutinariamente para evaluar las dimensiones óseas, la calidad del hueso y las alturas