

Anales de Ingeniería Mecánica

Revista de la Asociación Española de Ingeniería Mecánica

Año 16. Volumen 1. Febrero 2008



Universidad
de Oviedo
1608-2008

Actas del
XVII Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica
Gijón, 14-15 Febrero de 2008

XVII Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica
Anales de **Ingeniería Mecánica**. Gijón 2008



Anales de Ingeniería Mecánica

Revista de la Asociación Española de Ingeniería Mecánica

Año 16. Volumen 1. Febrero 2008

Volumen 1

EDITORES

D. José Esteban Fernández Rico
D. Ricardo Tucho Navarro
D. Ricardo Vijande Díaz
D. Fernando Viadero Rueda

Organizan:



Asociación Española
de
Ingeniería Mecánica



Universidad
de Oviedo
1608-2008

Actas del
XVII Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica
Gijón, 14-15 Febrero de 2008

Imprime: Gráficas Covadonga

ISSN: 0212-5072

Depósito Legal: AS-182-2008

Comité organizador

Presidente de Honor:

Sr. Rector Magfco. de la Universidad de Oviedo
D. Juan A. Vázquez

Presidente:

D. José Esteban Fernández Rico

Vicepresidentes:

D. Ricardo Tucho Navarro
D. Ricardo Vijande Díaz
D. Fernando Viadero Rueda

Secretarios:

D. José Luis Cortizo Rodríguez
D. Antolín E. Hernández Battez

Vocales:

D. Modesto Cadenas Fernández
D. José Manuel Sierra Velasco
D. José Manuel Cuetos Mejido
D. Julio Mateos Palacio
D. Aquilino Osorio Zapico
Dña. Rocío Fernández Rodríguez
Dña. Inés Peñuelas Sánchez
D. Eduardo Rodríguez Ordóñez
D. José Luis Viesca Rodríguez
D. Alberto Álvarez Suárez

Comité científico

D. Enrique Amezua San Martín
D. Francisco Aparicio Izquierdo
D. Mariano Artes Gómez
D. Rafael Avilés González
D. Ramón Capdevila Pagés
D. Salvador Cardona Foiz
D. Francisco J. Cuadrado Aranda
D. Juan I. Cuadrado Iglesias
D. Jaime Domingo Domínguez Abascal
D. J. Esteban Fernández Rico
D. Francisco Javier Fuenmayor Fernández
D. Ernesto García Vadillo
D. Alfonso Hernández Frias
D. Antonio Lara Feria
D. José Luis Ocaña Moreno
D. José Ignacio Pedrero Moya
D. Publio Pintado Sanjuán
D. Ángel María Sánchez Pérez
D. Fernando Viadero Rueda

Entidades colaboradoras



ÍNDICE VOLUMEN 1

BIOMECÁNICA

Análisis de idoneidad de métodos de identificación experimental de la estructura trabecular para la tibia proximal humana	1
<i>M. Prado, A. Pérez de la Blanca, F. Ezquerro, A. Simón</i>	
Desarrollo de un modelo de comportamiento para la caracterización viscoelástica del disco de la articulación temporomandibular (ATM)	7
<i>Y. Prado Cueto, M.J. Lamela Rey, A. Fernández Canteli</i>	
Diseño de una nueva prótesis de disco intervertebral	15
<i>Francisco Ezquerro Juanco, Francisco García Vacas, Antonio Simón Mata, María Prado Nóvoa y Ana Pérez de la Blanca</i>	
Diseño y cálculo de una placa de osteosíntesis para la contención de defectos óseos tibiales en la reprotésis de rodilla	23
<i>O. Martel Fuentes , J.M. Quintana Santana, H. Afonso Martín, D. Monopoli, C. Medina López</i>	
Diseño y Desarrollo de un Sistema de Cateterismo Asistido: SCA	31
<i>A. Yáñez, D. García, D. Monopoli, B. Mentado</i>	
Estudio por elementos finitos del comportamiento mecánico de tornillos biodegradables	39
<i>A. López-Arraiza, F. Cortés, G. Castillo, J. Albizuri, J.R. Sarasua</i>	
Evaluación de diversos modelos para el estudio mecánico de aneurismas de aorta abdominal mediante elementos finitos	45
<i>F. Nieto Palomo, A. Ferrero Polo, P. Gatón Garnica, E. Gil Illescas, A. Lara Feria</i>	
Mecanismo simulador orientable y ajustable para cirugía ortognática	53
<i>Juan Manuel Cobo Plana, Berta Pardo López, Covadonga Álvarez Abad, Alberto A. Suárez</i>	
Polímeros con memoria de forma para el tratamiento de la insuficiencia mitral	59
<i>Andrés Díaz Lantada, Pilar Lafont Morgado, Ignacio Rada Martínez, Antonio Jiménez Ramos, José Luis Hernández Riesco, Héctor Lorenzo Yustos, Julio Muñoz García</i>	

Mecanismo simulador orientable y ajustable para cirugía ortognática

Juan Manuel Cobo Plana, Berta Pardo López, Covadonga Álvarez Abad,
Alberto A. Suárez⁽¹⁾

E. de Estomatología. Universidad de Oviedo. C/ Catedrático José Serrano s/n, 33006 – Oviedo. TEL: +34 902 131 130 FAX: +34 985 966032. E-mail: iao@odontologico.com

⁽¹⁾ *Área de Ingeniería Mecánica Universidad de Oviedo, C/ Principado n° 3 2ª planta, 33007 - Oviedo. Teléfono: 985 109 582. Email: suarez@uniovi.es*

Resumen

En el presente trabajo se describe el diseño de un mecanismo que acoplado a un articulador semiajustable (SAM-II) permite simular, orientar y ajustar de forma precisa las relaciones oclusales del paciente así como sus posibles modificaciones en cirugía ortognática de forma reversible. Con ello es el propio equipo ortodoncista-cirujano quien realiza la simulación quirúrgica evitando la fase de “cirugía de modelos” en el laboratorio. El mecanismo se compone de una pieza de soporte, una pletina base dispuesta en su espacio interior y de unas piezas auxiliares intermedias de fijación a la pletina base y a la pieza de soporte. Sobre dichas piezas existen una serie de ranuras y perforaciones para su orientación y fijación. El dispositivo asociado con unos ejes ortogonales tridimensionales permite el giro respecto a cualquiera de los ejes, así como el desplazamiento respecto de los ejes horizontales verticales. El sistema de medida en cada pletina se compone de 6 escalas milimetradas (4 verticales, 1 sagital y 1 transversal) y otra anterior que mide el desplazamiento en grados respecto del plano de referencia (brazo superior del articulador).

Palabras Clave: mecanismo, simulación y cirugía ortognática.

Abstract

This paper describes the design of an appliance that fits onto a semi-adjustable articulator (SAM-II), thereby enabling not only a patient's occlusal relations but also potential modifications during orthognathic surgery to be simulated, manipulated and adjusted in a totally reversible manner. Orthognathic surgeons do the surgical simulations, obviating the need for laboratory-based 'model surgery.' The appliance consists of a support piece, a base plate which fits inside the support piece and ancillary parts that fix onto the base plate and the support piece. There are a number of markings and perforations on the parts for positioning and fixing into position. The appliance has 3-D orthogonal axes, rotating around any of its axes and moving relative to its horizontal and vertical axes. The measurement system of each base plate had six scales marked in millimetres (4 vertical, 1 sagittal and 1 transversal) to measure the degrees of displacement from the reference plane (the upper arm of the articulator).

Keywords: mechanism, simulation and orthognathic surger.

1. Introducción

En el momento actual la cirugía de modelos previa a la cirugía ortognática, supone un paso de laboratorio que necesita de gran habilidad y precisión en su realización. Los movimientos y giros posibles con un articulador semiajustable están limitados y es necesario cortar los modelos de escayola para reproducir los movimientos quirúrgicos

ulteriores. La cirugía ortognática requiere la realización de movimientos tridimensionales que necesitan de una cuidadosa planificación preoperatoria. Para asegurar la precisión de la posición maxilar en el espacio y su relación con una adecuada oclusión funcional resulta indispensable un articulador anatómico y un arco facial de transferencia. El plan de tratamiento realizado para cada intervención se representa en la cirugía de modelos que se utiliza igualmente para la confección de las férulas oclusales. Son precisamente estas férulas las que sirven al cirujano como guías de la correcta realización del plan terapéutico previsto. Para la realización de las mismas se necesita una delicada y precisa fase de laboratorio de la que se han descrito varias técnicas [1,2].

El objetivo de este trabajo es presentar el diseño y el prototipo que se ha realizado con objeto de reducir e incluso eliminar la citada fase de laboratorio, pudiendo realizar y mensurar los movimientos quirúrgicos de una forma precisa y reproducible minimizando las posibilidades de error.

Caracteriza al mecanismo la especial configuración de sus componentes que acoplado en el articulador semiajustable permite simular los movimientos necesarios en una intervención de cirugía ortognática (Figura 1). Del mismo modo se puede conocer la cuantía de los movimientos realizando las modificaciones necesarias las veces que sea preciso sin riesgo de distorsionar los registros iniciales del paciente.



Figura 1. Foto del articulador completo. Modelo de utilidad N°. 2003 02 935-4

2. Método

El conjunto del mecanismo se acopla y fija a los brazos superior e inferior del articulador semiajustable (SAM@2PX) y sobre este dispositivo se fijan los modelos del paciente. El montaje se realiza en oclusión habitual con los sistemas de medida de la pletina en posición "0", de modo análogo a como se haría la transferencia del arco facial con una pletina estándar.

El sistema de medida para cada pletina se compone de 6 escalas milimetradas (4 verticales, 1 sagital y 1 transversal y otra anterior que mide el desplazamiento en grados respecto del plano de referencia (brazo superior del articulador). De esta manera además de la simulación del movimiento se pueden mensurar todos los movimientos realizados para reproducirlos o modificarlos cuantas veces sea necesario en el mismo articulador.

El mecanismo diseñado está formado por cuatro componentes, dos guías en forma de “U”, una pletina y un soporte en forma de “U” (Figura 2).

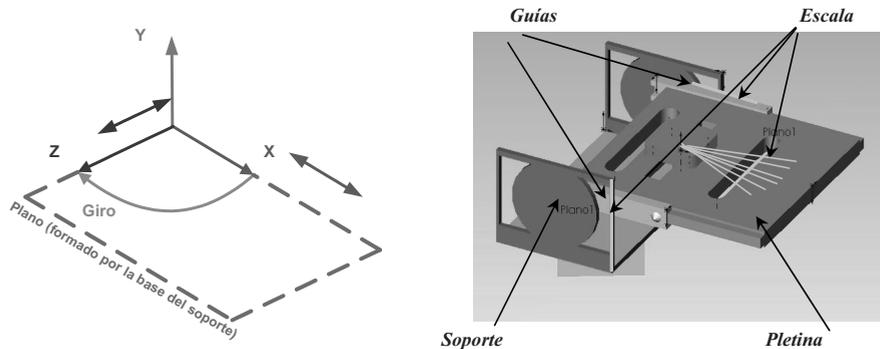


Figura 2. Movimientos y componentes del articulador

Para el diseño de los componentes se ha utilizado el software informático SOLIDWORKS 2005 de modelado en tres dimensiones (3D) SolidWorks (Figura 3), con ello se facilita el estudio de los movimientos, se optimiza el diseño de las piezas y permite estudiar posibles interferencias entre la pletina y el articulador.

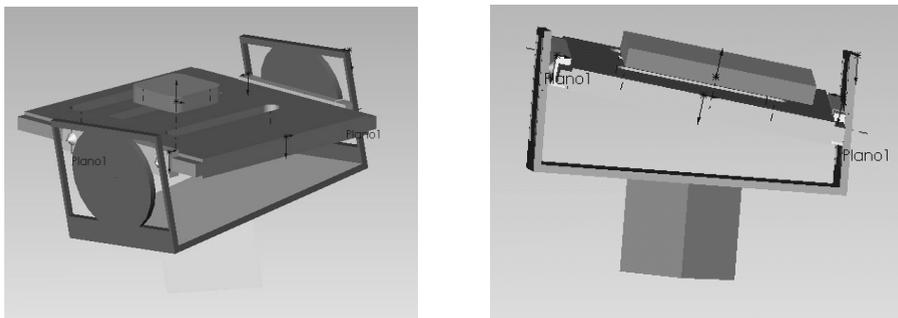


Figura 3. Vista frontal y posterior de la simulación de movimientos del articulador

Los movimientos del mecanismo son seis, considerando la hipótesis de un sistema de ejes ortogonales asociados a cada uno de los conjuntos dispuestos sobre cada uno de los brazos del articulador, gracias a las características estructurales es posible conseguir el giro respecto de cada uno de los tres ejes ortogonales, así como desplazamientos

laterales, frontal y vertical del conjunto, es decir, cualquier combinación de desplazamientos con relación a un plano horizontal y vertical.

La revisión, verificación y validación del diseño del mecanismo se realizó mediante el software de análisis Mathematica 5.2 Wolfram Research Europe Oxfordshire United Kingdom para comprobar la correcta definición de las ecuaciones de los movimientos y con un prototipo a escala real, comprobando que la simulación realizada en 3D era válida.

A continuación se detallan las ecuaciones de un punto del maxilar en función de los desplazamientos de la pletina, Ecuación (1):

$$\begin{aligned}
 X &= X_{A1} + [(X_{A2} - X_{0,0})\text{Cos}\alpha - (Z_{A3} - Z_{0,0})\text{Sen}\alpha] + \\
 &+ (P_{2y} - P_{1y})(P_{3z} - P_{1z}) - (P_{3y} - P_{1y})(P_{2z} - P_{1z}) + P_{1x} \\
 Y &= (P_{3x} - P_{1x})(P_{2z} - P_{1z}) - (P_{2x} - P_{1x})(P_{3z} - P_{1z}) + P_{1y} \\
 Z &= Z_{A2} + [(Z_{A2} - Z_{0,0})\text{Cos}\alpha + (X_{A2} - X_{0,0})\text{Sen}\alpha] + + (P_{2x} - P_{1x})(P_{3y} - P_{1y}) - (P_{3x} - P_{1x})(P_{2y} - P_{1y}) + P_{1z}
 \end{aligned}$$

Las componentes X, Y, Z representan los diferentes movimientos de la pletina según el eje X, el eje Z, el giro respecto al eje Y y el plano formado por las guías y el soporte de la pletina.

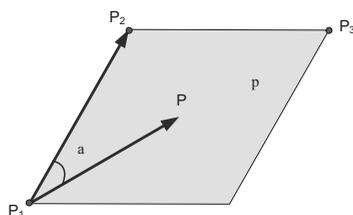


Figura 4. Ecuación del plano que pasa por los puntos 1,2 y 3

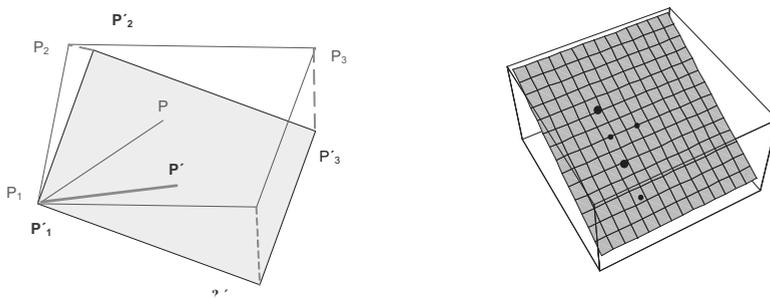


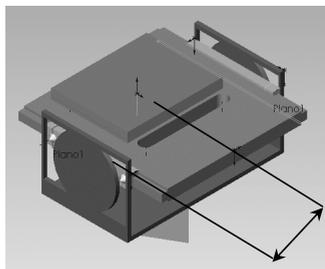
Figura 5. Representación del movimiento del plano según el programa mathematica

3. Resultados - Discusión

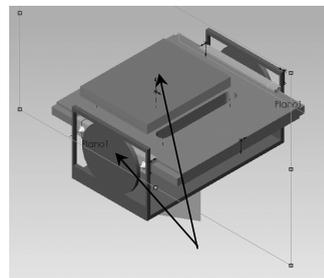
- La realización de las férulas quirúrgicas en el articulador mediante mediciones realizadas con regla dibujando puntos y líneas de referencia sobre el zócalo de los modelos y los cortes con sierra, siguiendo la trayectoria de estas líneas, resultan insuficientemente exactos para la colocación del maxilar. Esto resulta especialmente cierto cuando el maxilar debe ser movilizado espacialmente en varias direcciones [3,4]. Para minimizar esta posibilidad de error se desarrollaron diferentes métodos y aparatos que permitían situar controladamente varios puntos de referencia en los dientes y los maxilares.
- Nuestro sistema toma como plano de referencia el plano descrito por los ejes de bisagra y el punto infraorbitario que discurre paralelo al brazo superior del articulador. El mecanismo presentado permite simular una intervención de cirugía ortognática partiendo de las relaciones oclusales reales del paciente. Permite a su vez mensurar los movimientos y giros en los tres planos del espacio, consiguiendo un ajuste preciso de los modelos.

Los movimientos posibles del articulador (Figura 6) son los siguientes:

- La pletina se puede mover según el eje Z (Figura 6A) y girar respecto al eje Y en el plano ZX (Figura 6B).
- Las guías permiten el movimiento en el eje X (Figura 6C).
- El soporte se puede desplazar en las tres direcciones del espacio (Figura 6D).



Movimiento A



Movimiento B

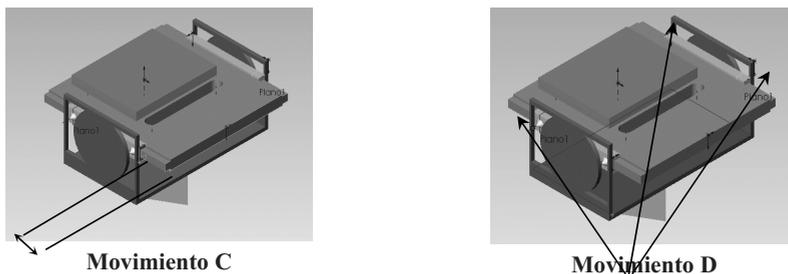


Figura 6. Movimientos del articulador

Admite la posibilidad de reproducirlos las veces que sea necesario sin alterar en ningún momento las relaciones oclusales iniciales del paciente. Evita una fase de laboratorio (cirugía de modelos), minimizando la posibilidad de error, y finalmente faculta al técnico para confeccionar la férula oclusal definitiva con la mínima manipulación de los modelos de escayola con las instrucciones precisas de los facultativos. Todo ello repercute además en un abaratamiento de los costes de la preparación quirúrgica.

4. Referencias

1. Lockwood H., *British Journal of Oral Surgery*, (12) (1974), 102-105.
2. Anwar M, Harris M., *British Journal of Oral Surgery*, (28) (1995), 393-397.
3. Ellis E., *J Oral Maxillofac Surg*, (48) (1990), 1161-1167.
4. McCance AM, Moss JP, James DR., *British Journal of Oral Surgery*, (30) (1992), 369-376.
5. EricKson KL, Bell WH, Goldsmith DH., *Modern Practice in orthognatic and reconstructive surgery*, (--) (1992), 154-205.
6. Schwestka –Polly R, Roesse D, Kuhnt D, Hille KH., *Int J Adult Orthod Orthog Surg*, (8) (1993), 25-31.
7. Schwestka–Polly R, Engelke D, Zimmer, Kubein-Meesenburg D., *Eur J Orthod*, (13) (1991), 367-371.
8. Henry CH., *J Oral Maxillofac Surg*, (48) (1990), 535-539.
9. Sang-Duck Y., *J Clin Orthod*, (35) (2004), 535-539.
10. Omura T., Glickman RS., *Int J adult Orthod Orthognat Surg*, (11) (1996), 265-270.
11. Natestadt A, Vedofe P., *Int J adult Orthod Orthognat Surg*, (23) (1994), 11-15.

5. Agradecimientos

Al Instituto Asturiano de Odontología por su apoyo durante la investigación.