

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO FRAME-FRAMELESS

Yaqueline SCHWÖRER

REQUERIMIENTOS RADIOCIRUGÍA ESTEREOTÁCTICA:

- Sistema dedicado para planificación del trat. y entrega de radiación
- Posicionamiento preciso para reproducir la dosis planificada
- Técnica de INMOVILIZACIÓN para mantener esa precisión

BASADO EN FRAME

- Originalmente definido por un FRAME (MARCO) de CABEZA invasivo
- Coordenadas de ORIGEN = centro del marco
- Determinación precisa de coord. estereotácticas de un punto target → usualmente el centro del vol. target



BASADO EN FRAME

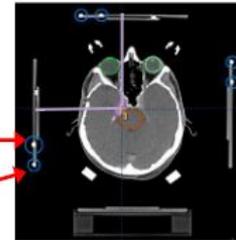
→ Posicionamiento/ montado sobre la camilla depende de:



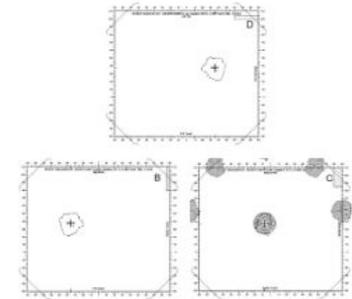
Fijación
invasiva



Localización CT



Localización del
isocentro



Superposiciones
de
posicionamiento

- láseres montados sobre la pared/ cruce de pelos
- alineación visual
- precisión en la alineación:
0.5 a 1.5 mm

Maciunas 2004
Lamba 2009

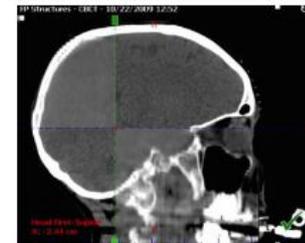
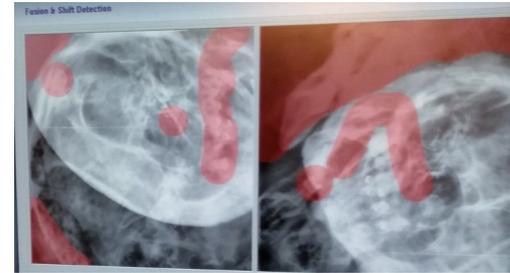
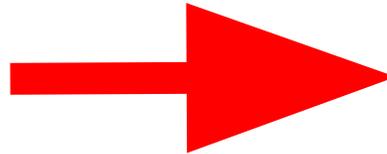


RADIOTERAPIA ESTEREOTÁCTICA GUIADA POR IMÁGENES

→ reemplazo del sistema estereotáctico de coordenadas externas por posicionamiento del paciente mediante imágenes y correcciones ONLINE= **FRAMELESS**



ESTEREOTÁCTICO



IMÁGENES

FRAMELESS: DISTINTOS REQUERIMIENTOS

- precisión para detectar errores de posicionamiento (setup)
- precisión para corregir errores de posicionamiento:
4 DOF vs. 6 DOF
- técnica de inmovilización para mantener la precisión

FRAMELESS: VALIDACIÓN UTILIZANDO ANATOMÍA ÓSEA



RAYOS X ESTEREOCÓPICOS



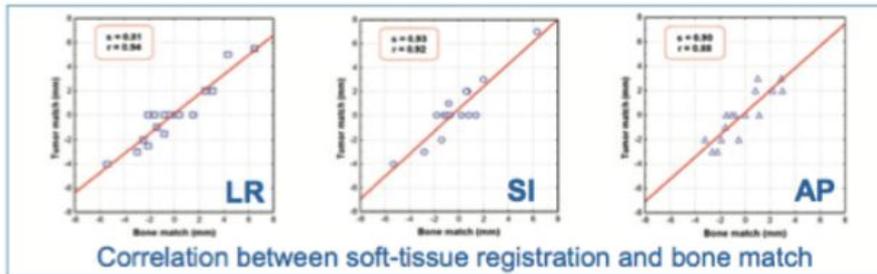
CONE BEAM CT

- A pesar de que la visualización del target no es posible,
- el CRÁNEO ÓSEO lo sustituye como target
- pueden ocurrir movimientos internos debido a :
 - progresión/disminución del tumor
 - edema

FRAMELESS: VALIDACIÓN UTILIZANDO ANATOMÍA ÓSEA

RELIABILITY OF THE BONY ANATOMY IN IMAGE-GUIDED STEREOTACTIC RADIOTHERAPY OF BRAIN METASTASES

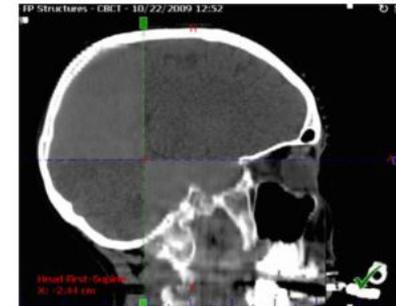
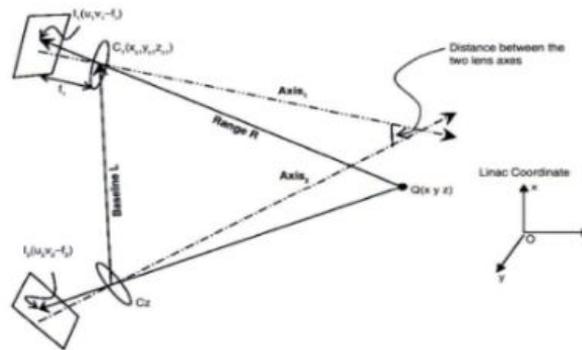
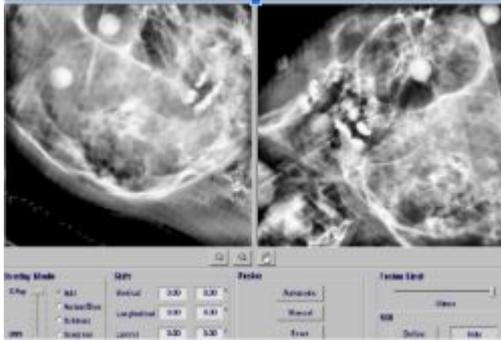
MATTHIAS GUCKENBERGER, M.D., KURT BAIER, M.Sc, IRIS GUENTHER, ANNE RICHTER, M.Sc,
JUERGEN WILBERT, Ph.D., OTTO SAUER, Ph.D., DIRK VORDERMARK, M.D., AND MICHAEL FLENTJE, M.D.



	Differences between bone and tumor match (mm)			
	LR	SI	AP	3D
Mean ± SD	-0.6 ± 1.0	0.0 ± 1.1	-0.2 ± 1.0	1.7 ± 0.7
Maximum	1.8	2.3	2	2.8

Posicionamiento estable del tumor relativo al cráneo, para un intervalo de una semana entre planificación y tratamiento

FRAMELESS: UBICACIÓN DEL TARGET



2 IMÁGENES 2D que reconstruyen una imagen 3D (método de triangulación)

IMAGEN 3D VOLUMÉTRICA

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} x \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{pmatrix}$$



EXACTRAC PERMITE VERIFICACIONES Y CORRECCIONES CON **CAMILLAS GIRADAS**, A DIFERENCIA DEL CONE BEAM CT !!!!

FRAMELESS: UBICACIÓN DEL TARGET

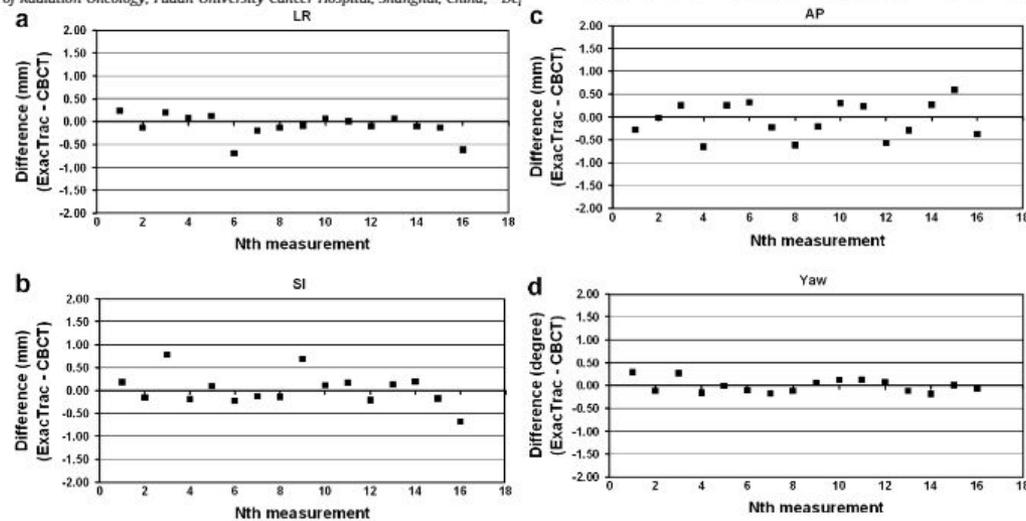
Cranial stereotactic radiotherapy

ExacTrac X-ray 6 degree-of-freedom image-guidance for intracranial non-invasive stereotactic radiotherapy: Comparison with kilo-voltage cone-beam CT

Jinli Ma^{a,b,*}, Zheng Chang^b, Zhiheng Wang^b, Q. Jackie Wu^b, John P. Kirkpatrick^b, Fang-Fang Yin^b

^aDepartment of Radiation Oncology, Fudan University Cancer Hospital, Shanghai, China; ^bDeq

USA



Radiotherapy and Oncology 2009;93:602–608

Modesta diferencia en precisión de localización 2D y 3D, para mediciones en fantomas y pacientes

FRAMELESS: UBICACIÓN DEL TARGET

Quality assurance of a system for improved target localization and patient set-up that combines real-time infrared tracking and stereoscopic X-ray imaging

[Dirk Verellen](#)✉, [Guy Soete](#), [Nadine Linthout](#), [Swana Van Acker](#), [Patsy De Roover](#), [Vincent Vinh-Hung](#), [Jan Van de Steene](#), [Guy Storme](#)

Department of Radiotherapy, Oncologic Center, Academic Hospital, Free University of Brussels (AZ-VUB), Laarbeeklaan 101, B-1090 Brussels, Belgium

PRECISIÓN SUBMILIMÉTRICA

EXACTRAC Mean 3D vector: 0.6 mm +/- 0.9 mm SD

FRAMELESS: SISTEMA EXACTRAC

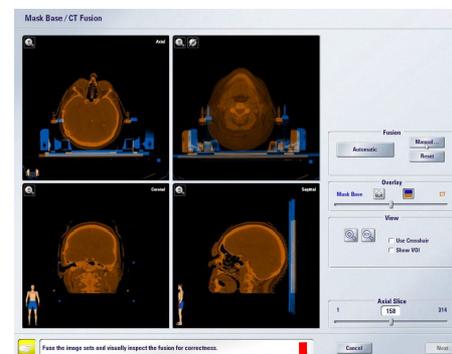


Tomografía (con o sin marco localizador)

Coord. Name	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	Isocenter Dose [Gy]	Overall Dose [Gy]
Coord 1	-42.0	-86.0	-45.0	37.48	37.48

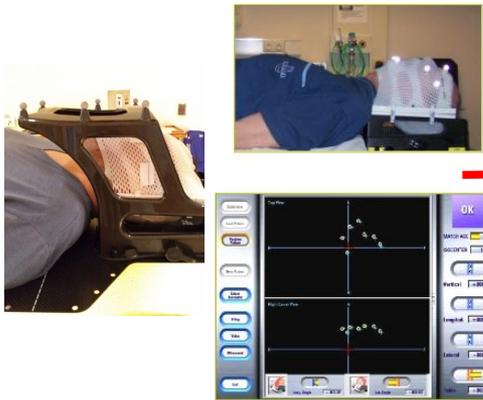
Planificación y exportación a EXACTRAC (Imágenes, estructuras y Plan (coordenadas))

Importación a EXACTRAC / Fusión de bases para aproximación/Definición de límites de acción del sistema

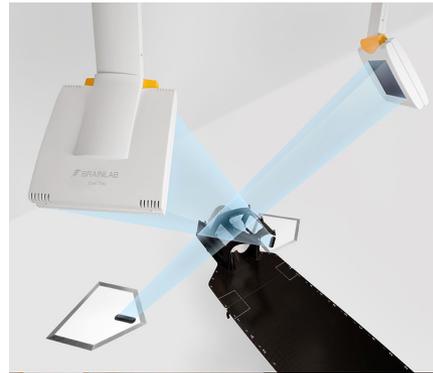


Verificación de coordenadas

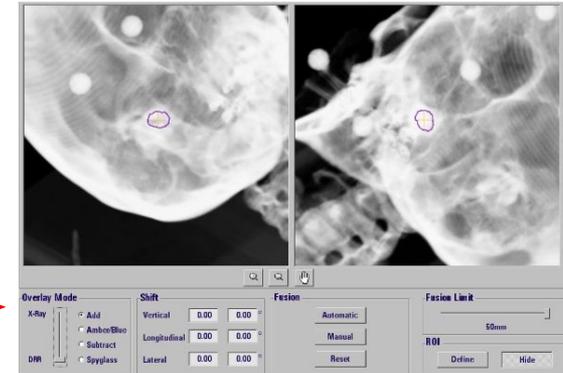
FRAMELESS: SISTEMA EXACTRAC



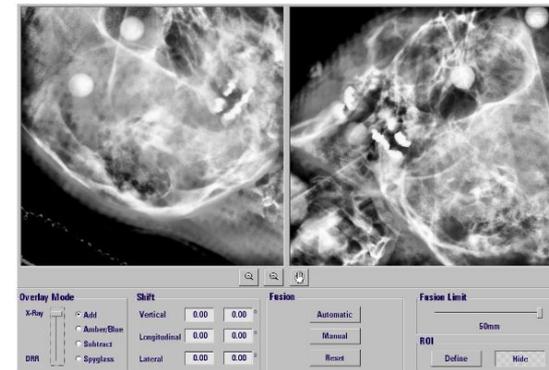
Preposicionamiento usando tracking con marcadores IR



Localización del target con imágenes estereoscópicas de RX

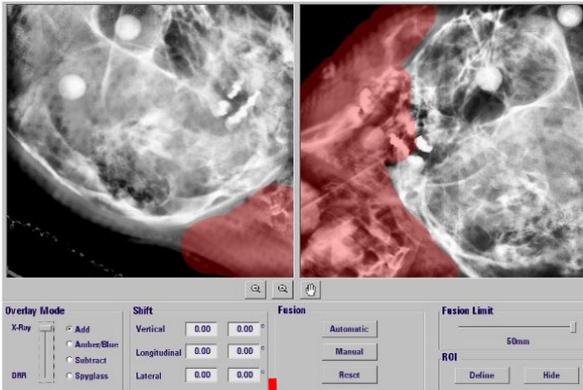


Radiografías reconstruidas digitalmente (RDR)

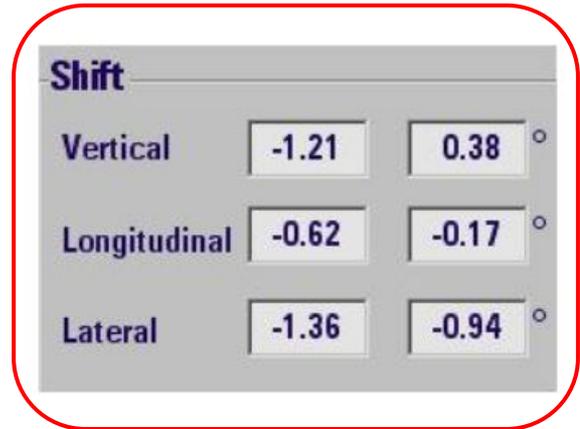


Adquisición de rayos X

FRAMELESS: SISTEMA EXACTRAC



Definición de
región de interés
(ROI)



Movimientos de rotación y
traslación efectuados por la
camilla



Registro 6DOF



FRAMELESS: SISTEMA EXACTRAC

MÓDULO INCLINACIÓN ROBÓTICA:

- Corrige rotaciones laterales y longitudinales
- Hasta 7°
- Limitado a 2.5 y 3 °para seguridad del paciente



Vertical



Longitudinal



Lateral



Angulo Mesa



Angulo lateral
(TILT)



Angulo
longitudinal
(SPIN)

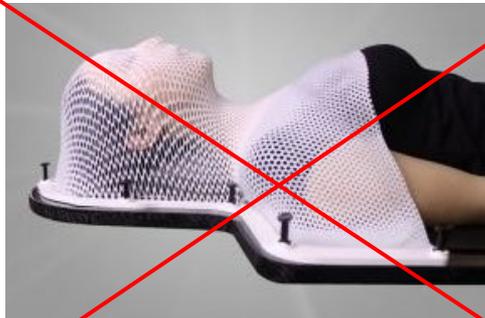
FRAMELESS: Características de inmovilización

NO puede ser cualquier máscara!!!

~~apoya cabeza común~~

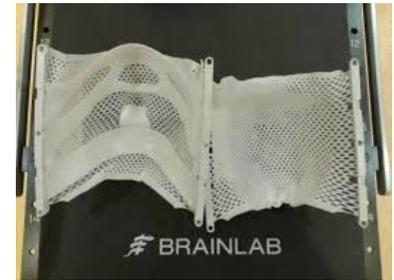


~~máscara termoplástica común~~

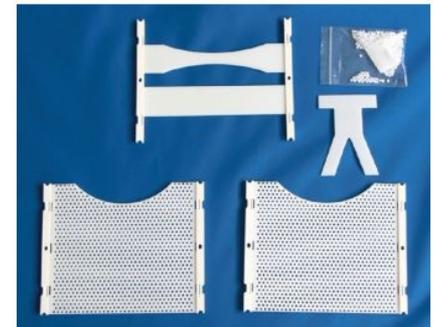
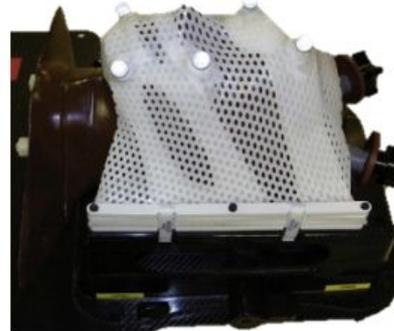


Máscara termoplástica frameless tipo **BRAINLAB**

MOLDE POSTERIOR DE MÁSCARA



REFUERZO EN: FRENTE, NARIZ, MENTÓN



FRAME vs FRAMELESS

	SRS basado en FRAME	IGRT FRAMELESS
ERROR DE POSICIONAMIENTO (3D)	0.5 - 1.5 mm	< 1 mm
ERROR INTRAFRACCIÓN (3D)	< 1 mm	< 1.5 mm

*Maciunas 1994
Lamba 2009
Ramakrishna 2010*

*Murphy 2003
Boda-Heggemann 2006
Guckenberger 2007
Lamba 2009
Ramakrishna 2010
Gevaert 2012*

<p>FRAME:</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Precisión submilimétrica?? ★ Buena inmovilización 	<p>FRAMELESS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Precisión submilimétrica ★ Buena inmovilización??
---	---

FRAMELESS: Características de inmovilización

Máscara frameless **BRAINLAB**:

- error de setup de paciente → corregido con posicionamiento y registro **6DOF**
- movimiento intrafracción del paciente → comparable al movimiento intrafracción del basado en frame



→ puede mejorarse:

- ★ reduciendo tiempo de tratamiento
- ★ verificando y corrigiendo regularmente (monitoreo SNAPSHOT)

CONCLUSIONES

- Con **INMOVILIZACIÓN ADECUADA** (máscara BRAINLAB + camilla robótica 6DOF) y **VERIFICACIÓN DE IMÁGENES** de rayos X **REGULARMENTE** durante el tratamiento (SNAPS), la radiocirugía frameless puede ser entregada:
 - ★ de manera tan precisa como el sistema basado en FRAME
 - ★ con características de inmovilización comparables a las del marco invasivo
- El sistema de EXACTRAC (sistema óptico IR+tubos de rayos estereoscópicos) debe estar calibrado
- Permite tratamientos hipofraccionados, a diferencia del FRAME donde todo el proceso se debe realizar en el DIA)
- Es una alternativa **no invasiva, confiable, segura y rápida** para la radiocirugía

Bibliografía

- Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys. 2007; 69(1):294-301
- Radiation and Oncology 2009; 93:602-608
- Radiation and Oncology 2003; 67:129-141
- Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys. 2012; 85(5):1627-1635
- Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys. 2012; 83(1):467-474
- Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys. 2008; 70(2):609-618
- Clinical Implementation and QA, Thierry Gevaert ppt

M u c h a s g r a c i a s



Instituto Zunino

Fundación Marie Curie | Tecnología
e Investigación
contra el cáncer