RT Elements:

Planificación automatizada en radiocirugía y análisis del movimiento pulmonar

Pablo Pérez | Brainlab Área Sales Manager

October 23, 2026

JORNADAS SARH
Nuevas Técnicas y Retos de los Sistemas de Planificación de Tratamientos de Radioterapia

1. Introducción
2. RT Elements
    a. Multiple Brain Mets
    b. Cranial SRS
    c. Cranial SRS w/Cones
    d. Spine SRS
3. Advanced Motion Management

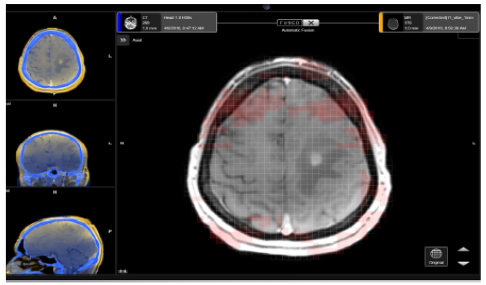
October 23, 2026

Etapas en los tratamientos de radioterapia

INMOVILIZACIÓN



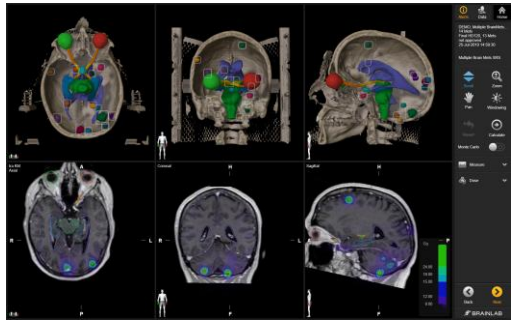
ADQUISICIÓN DE IMÁGENES: FUSIÓN Y CORRECCIÓN DE DISTORSIONES



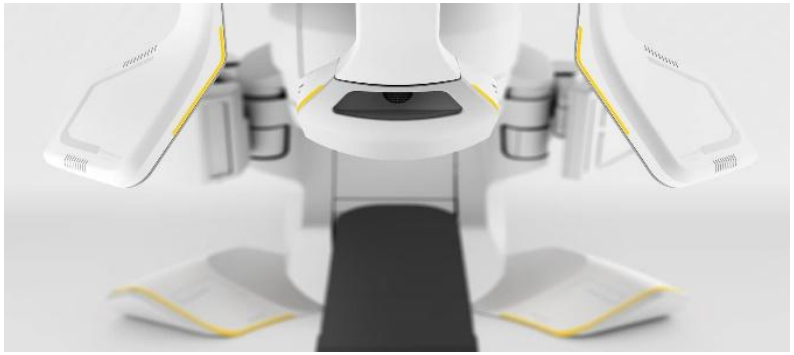
DELIMITACIÓN DE VOLÚMENES



PLANIFICACIÓN DE DOSIS



PRE-POSICIONADO



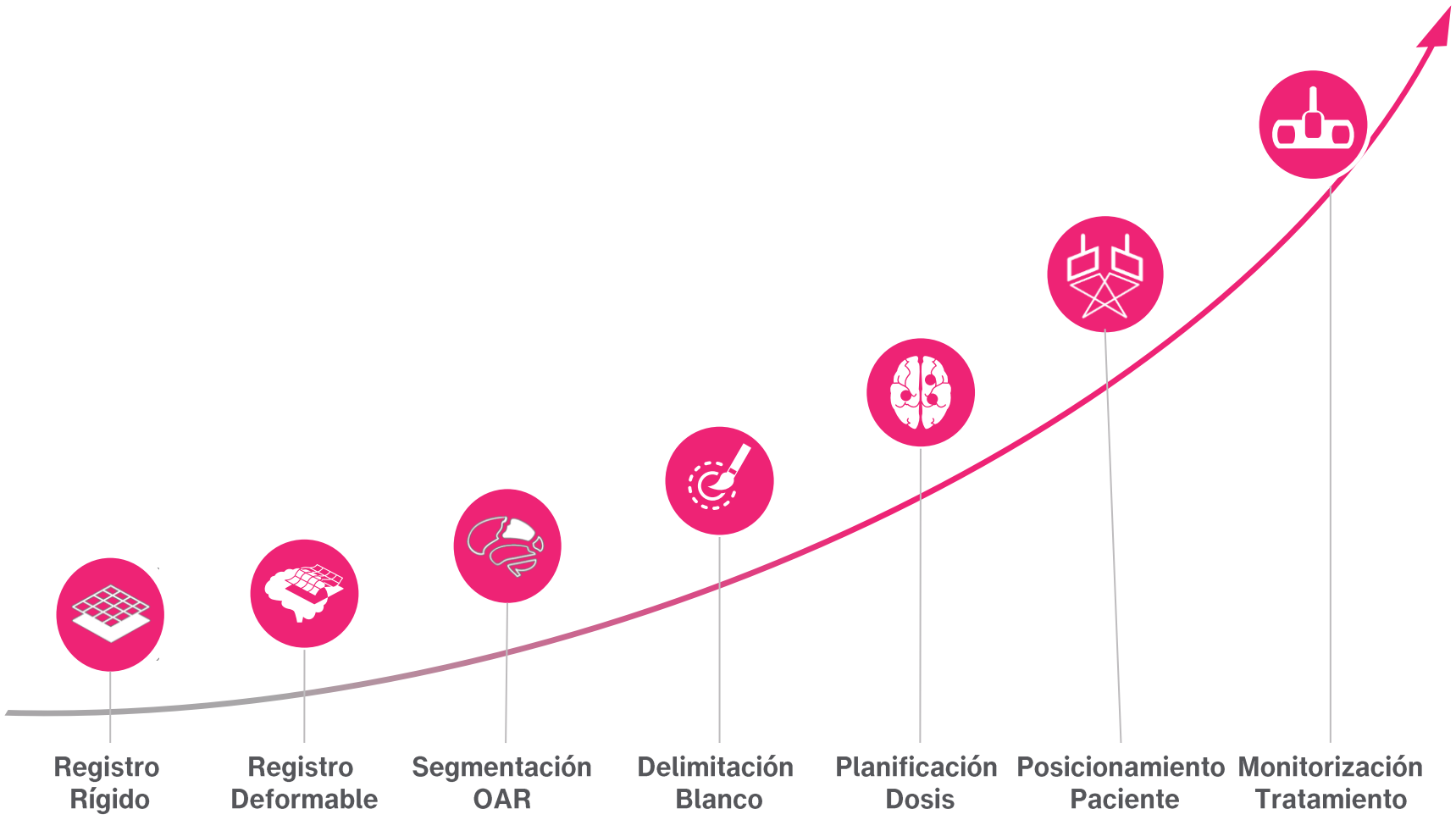
MONITORIZACIÓN DURANTE TRATAMIENTO

DETECCIÓN Y CORRECCIÓN DE DESVIACIONES INTRAFRACCIÓN



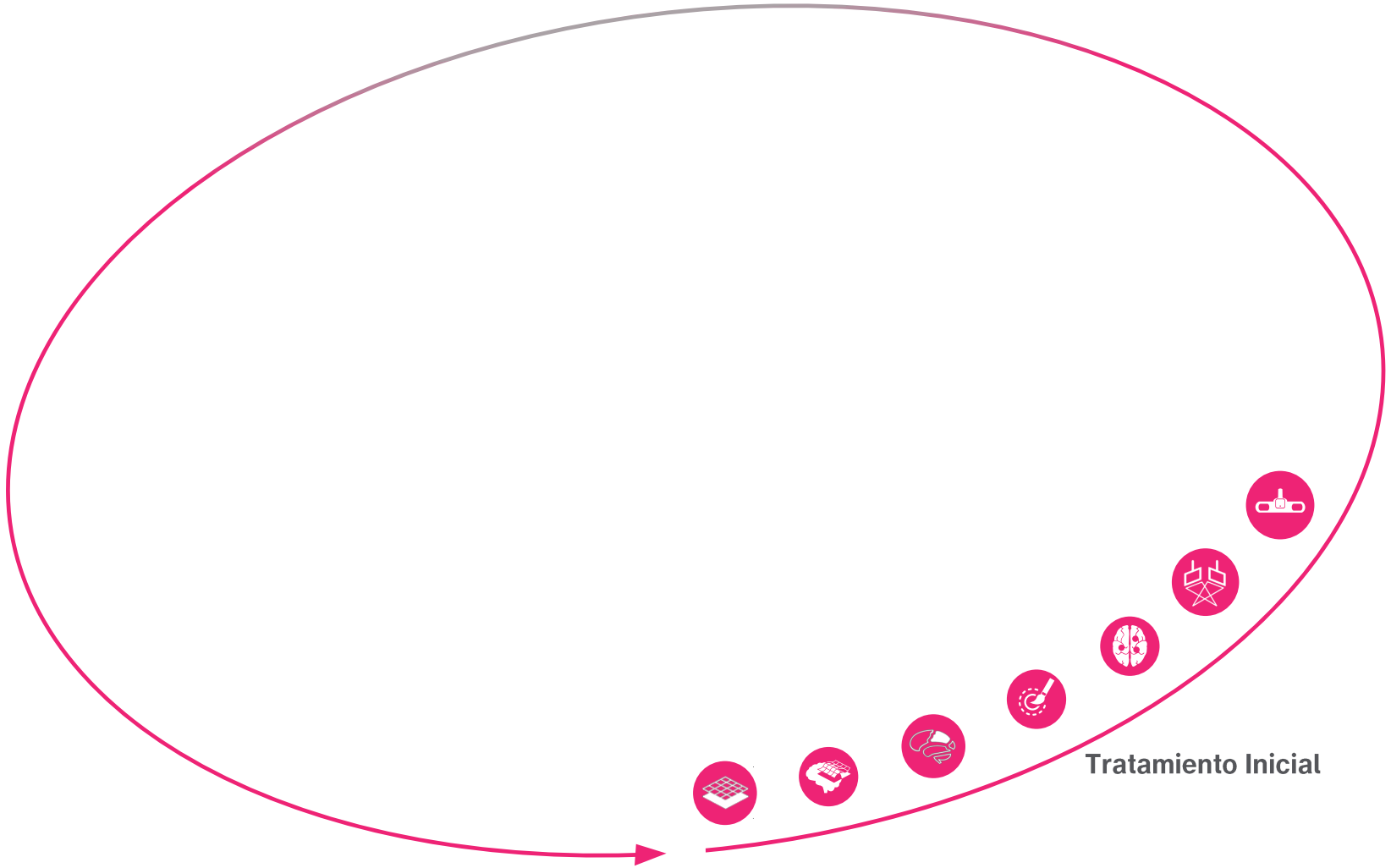
Cada paso importa

Precisión en cada etapa del tratamiento



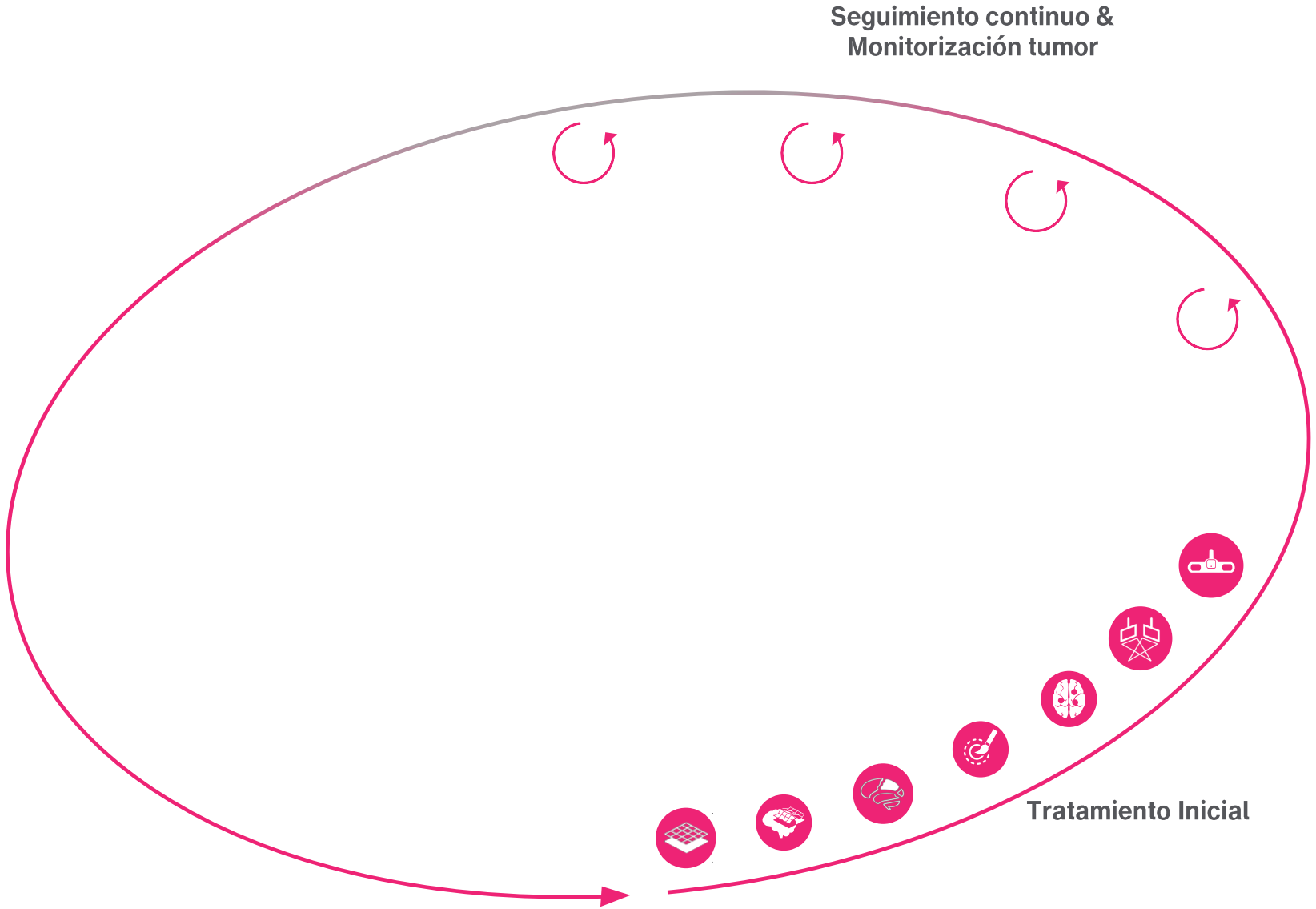
Apoyo a los médicos en cada punto del tratamiento

Proceso del paciente de metástasis múltiples



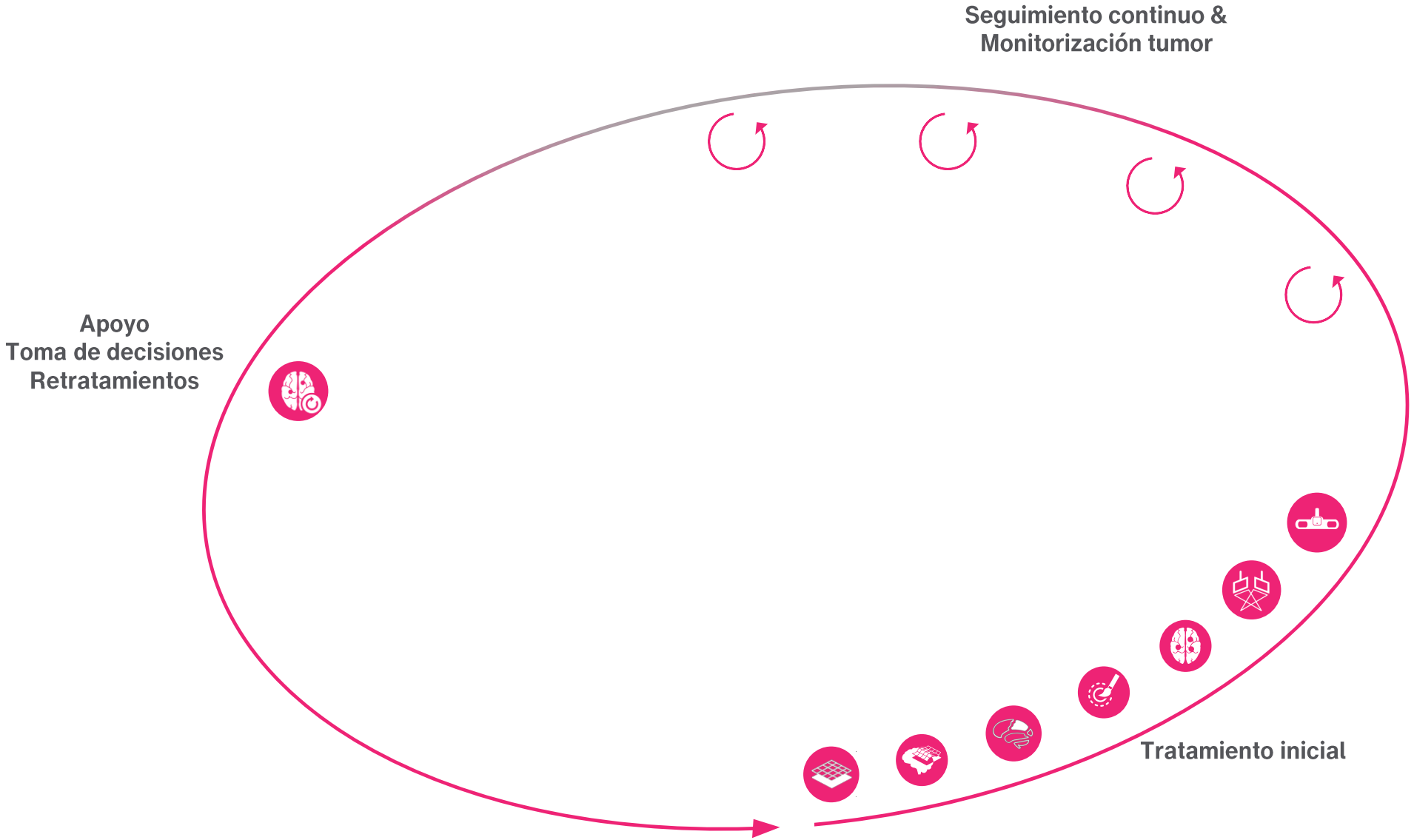
Apoyo a los médicos en cada punto del tratamiento

Proceso del paciente de metástasis múltiples



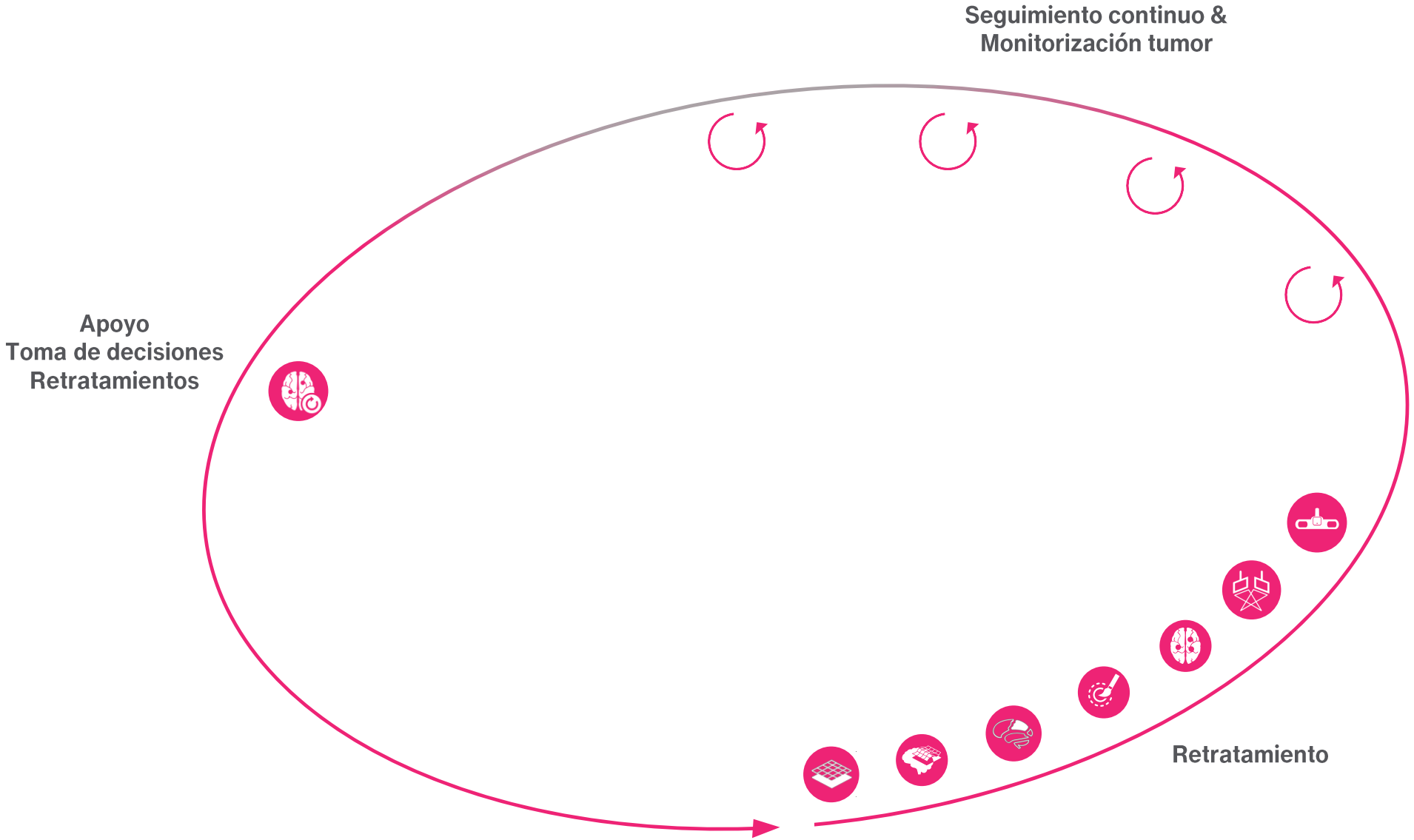
Apoyo a los médicos en cada punto del tratamiento

Proceso del paciente de metástasis múltiples



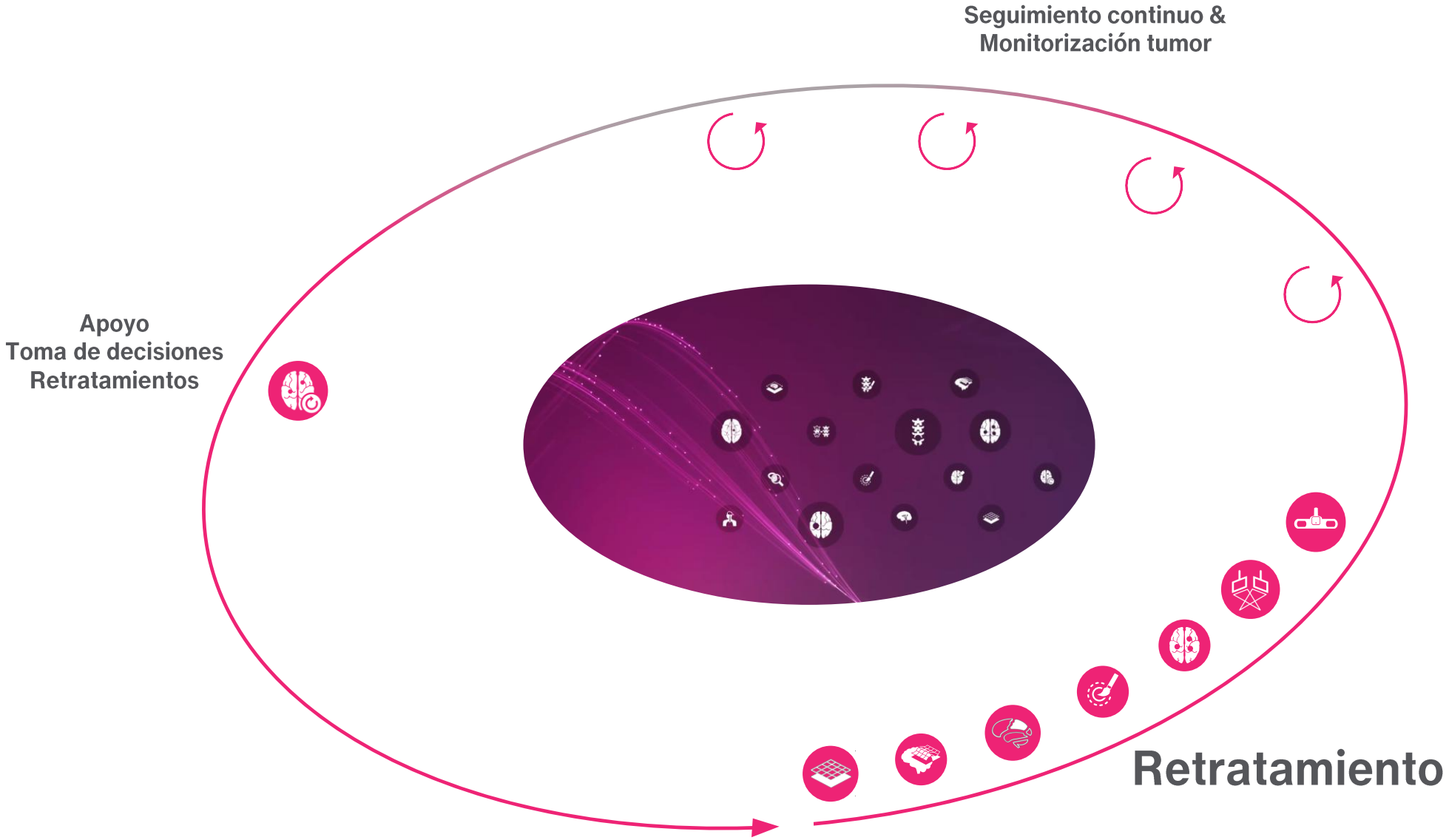
Apoyo a los médicos en cada punto del tratamiento

Proceso del paciente de metástasis múltiples



Apoyo a los médicos en cada punto del tratamiento

Proceso del paciente de metástasis múltiples



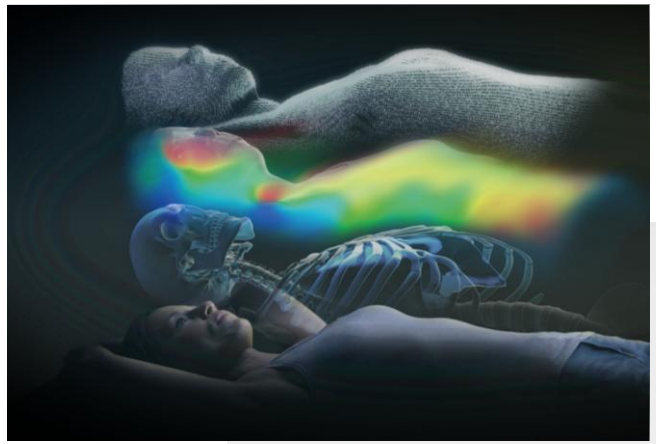




Radioterapia de Brainlab: una solución integral de principio a fin

RT Elements, en combinación con **ExacTrac Dynamic**, ofrece flujos de trabajo automatizados basados en las mejores prácticas y permite alcanzar una precisión submilimétrica al minimizar los errores en cada etapa del proceso.

EXACTRAC DYNAMIC





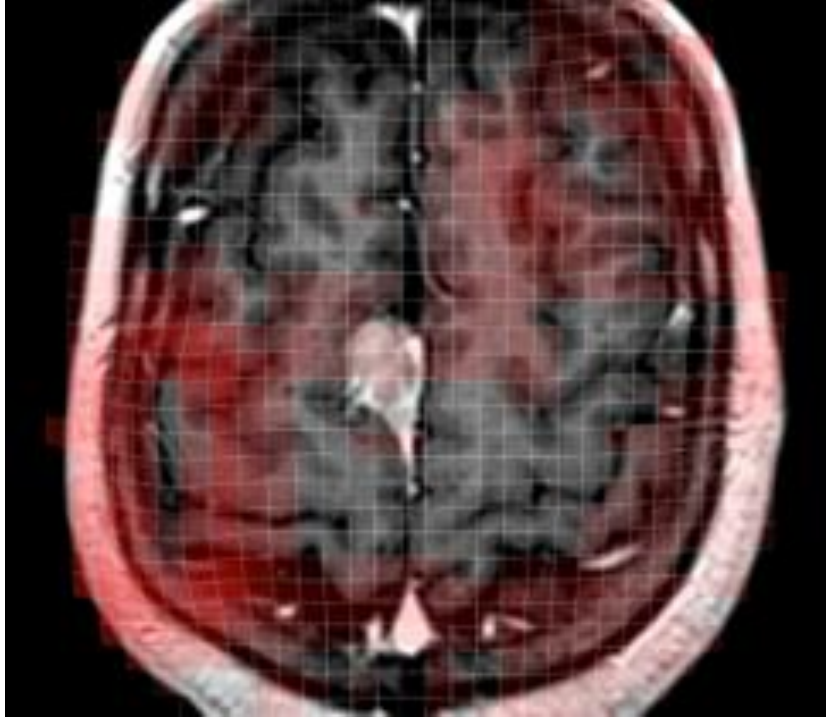
- SGRT/IGRT con **precisión submilimétrica**
- **Correlación continua** entre el movimiento externo y el interno, validada en tiempo real
- **Control intrafracción real:**
  - Minimizar **márgenes PTV**
  - Escalar **dosis**
  - Control local **sin aumentar toxicidad**
- Detección y corrección desviaciones **cualquier ángulo de mesa**
- **Control superficie/temperatura** sin oclusión por giro gantry o sistemas imagen.
- Monitorización del paciente **durante CBCT**
- Incluso con **máscaras cerradas**

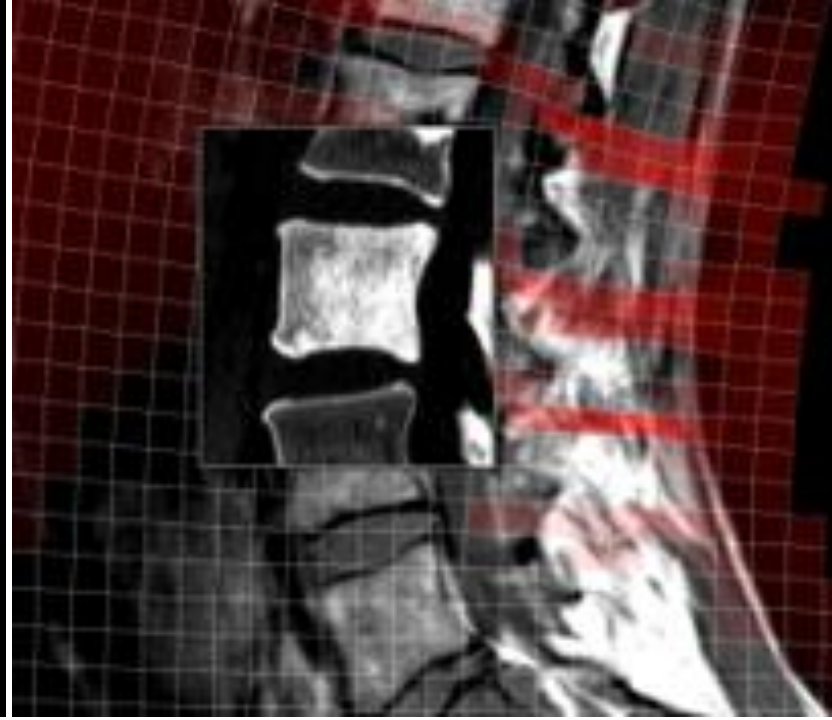
RT Elements

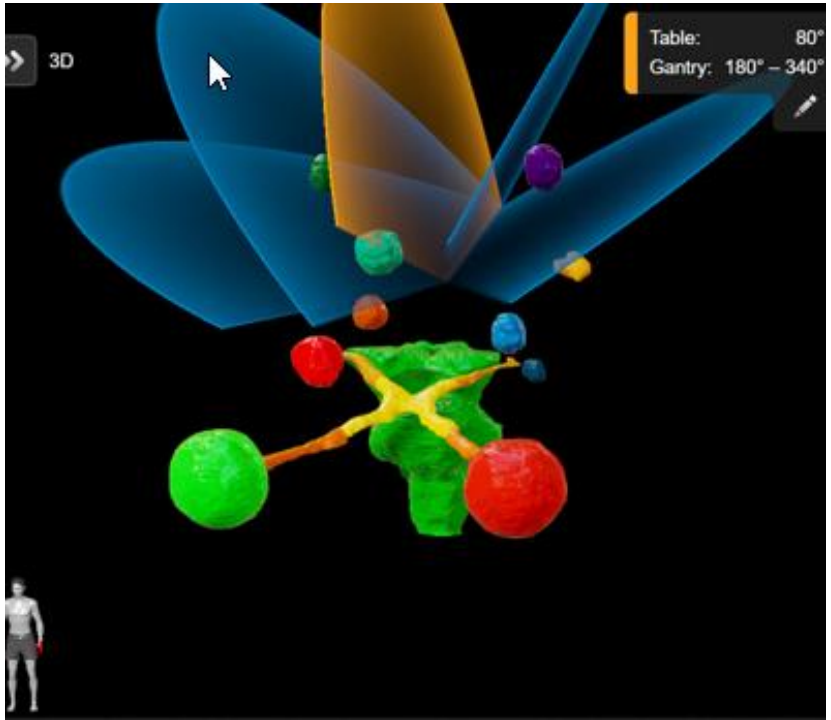
Módulos de contorneo

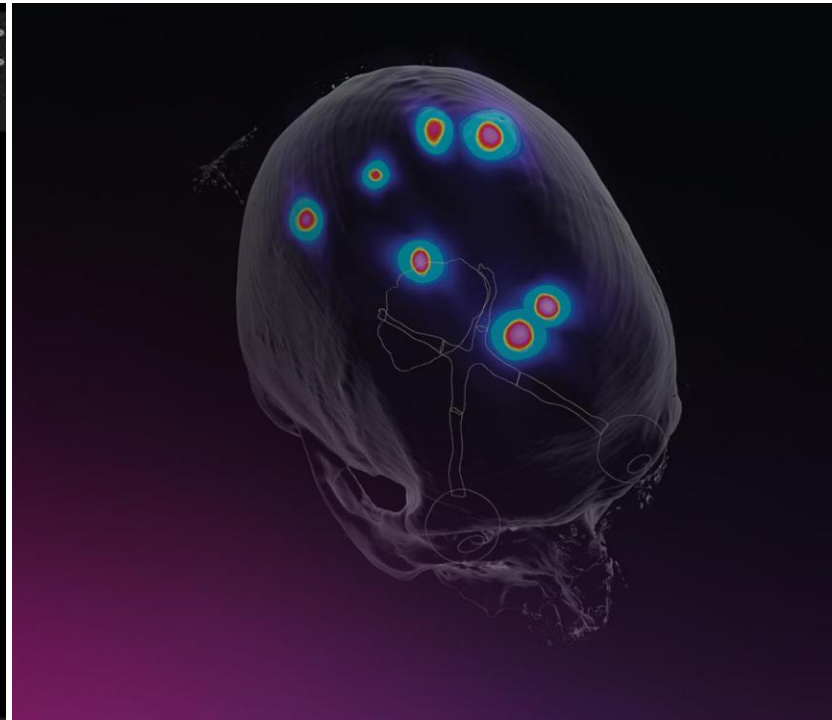
Módulos de cálculo de dosis

- Multiple brain Mets
- Cranial SRS
- Cranial SRS w/ Cones
- Spine SRS



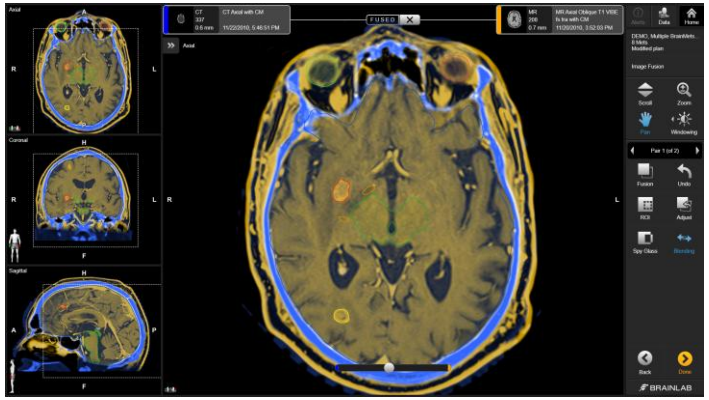






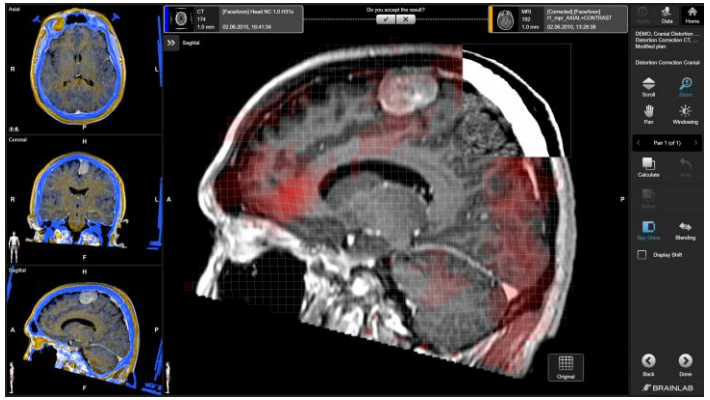
RT Elements

Módulos de contorneo craneales



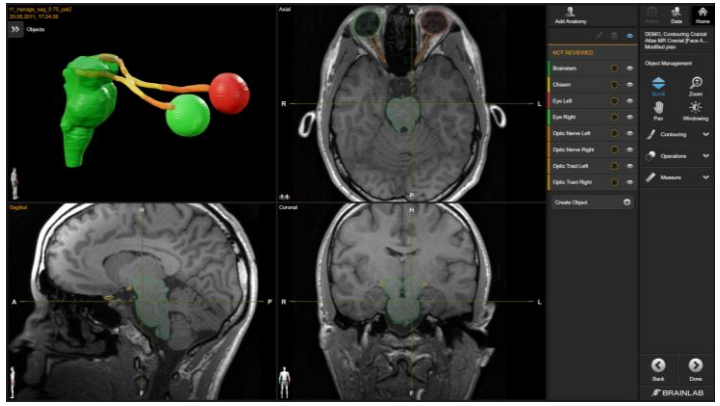
Elements Image Fusion

Selecciona automáticamente las imágenes y fusiona numerosas modalidades de imagen.



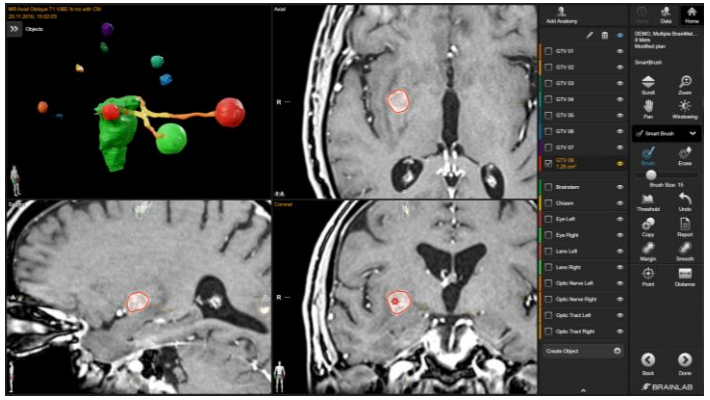
Elements Distortion Correction

Corrige las distorsiones específicas del paciente aplicando un registro deformable



Elements Segmentation

Segmentación automática de OAR mediante el registro de los datos a un modelo sintético de tejido corporal completo



Elements AI Tumor Segmentation

Segmentación de tumores craneales basada en IA para detector rápida y eficimentmente metastasis y otros tumores craneales

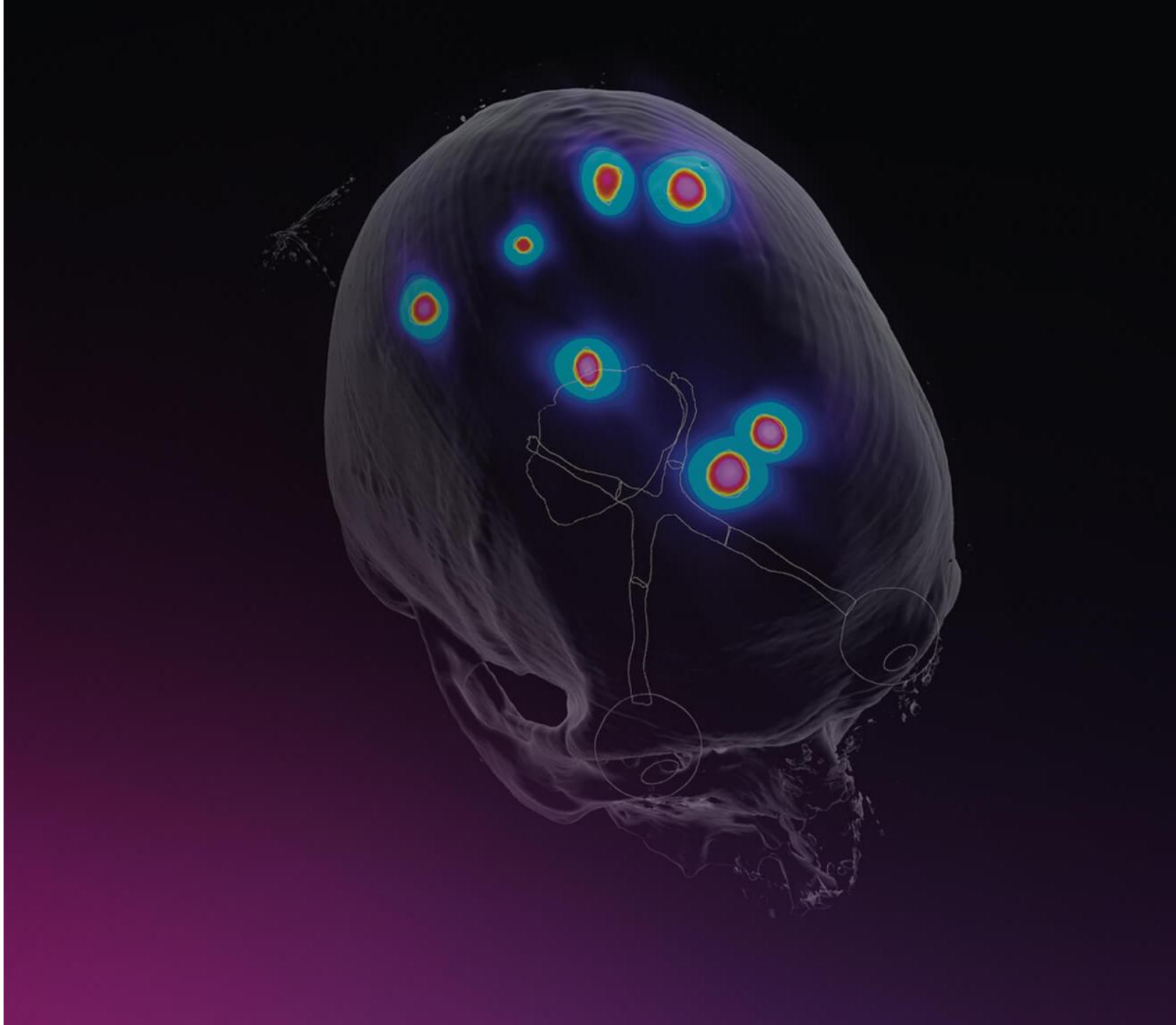
Elements
Multiple Brain Mets SRS

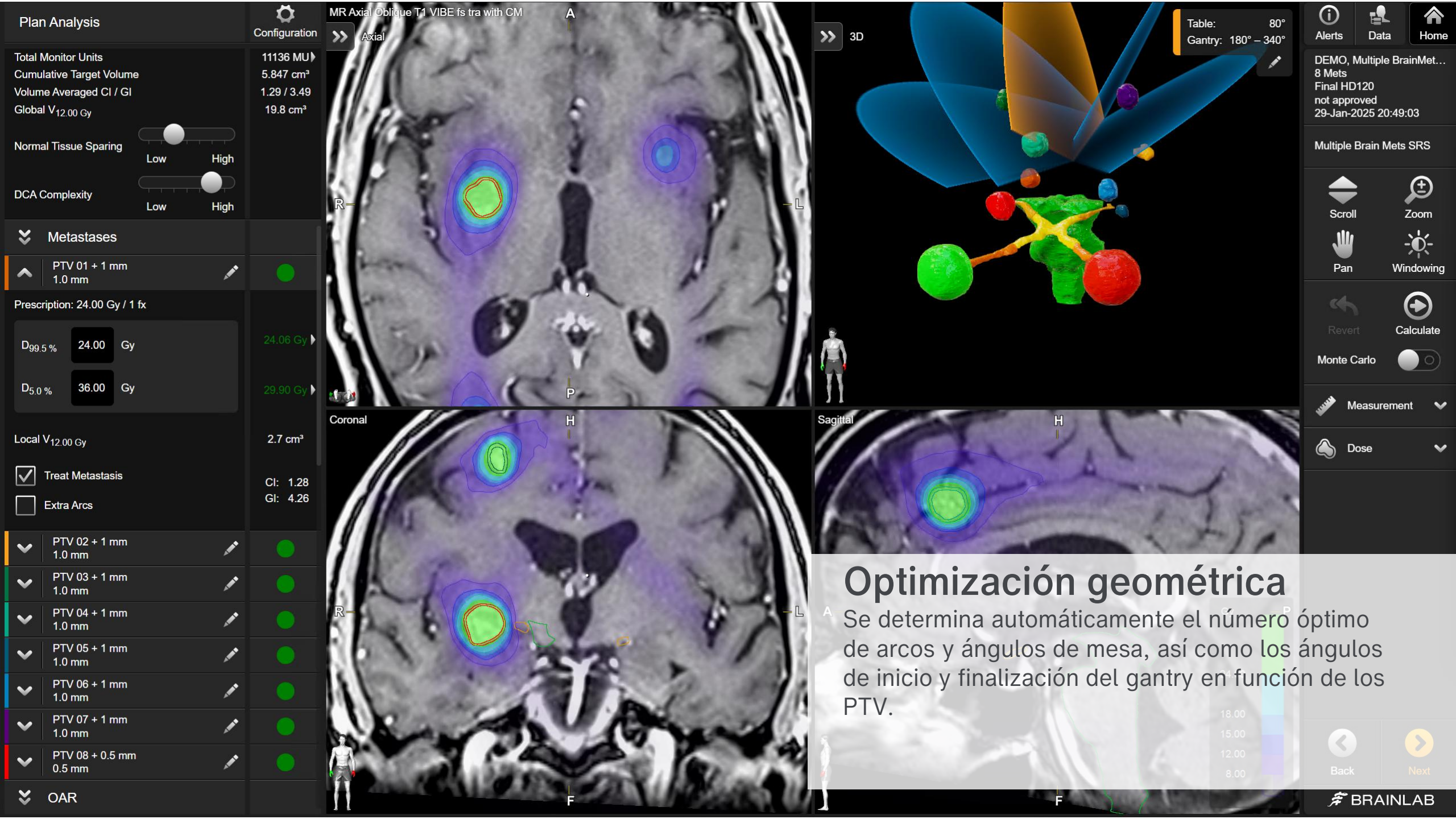
Elements Multiple Brain Mets SRS

Genera en cuestión de minutos planes de SRS consistentes y optimizados volumétricamente con **un único isocentro**.

En combinación con **ExacTrac Dynamic**, permite:

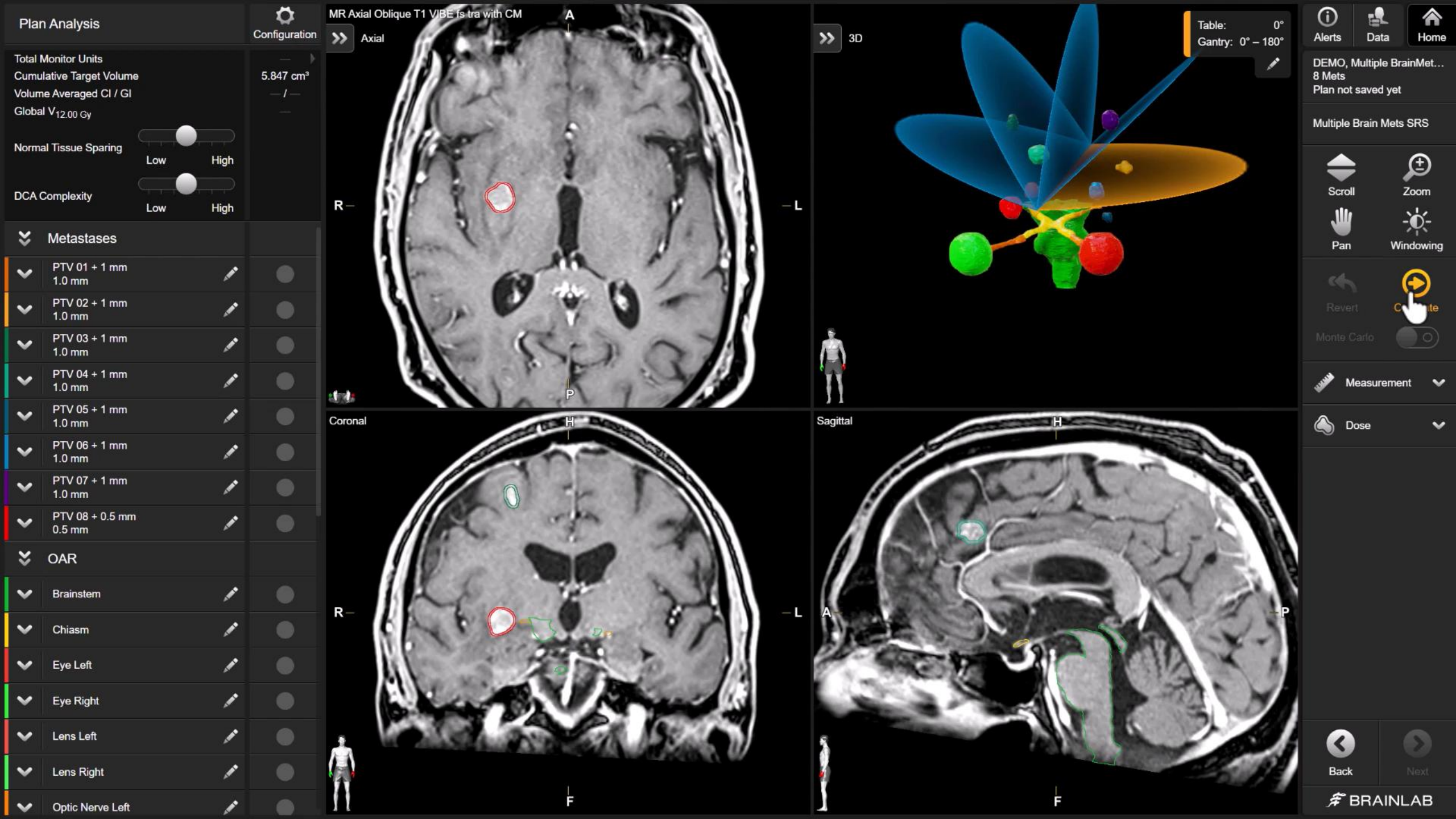
- Reducir márgenes de PTV
- Dosis más elevadas y ablativas a los pacientes.





Optimización geométrica

Se determina automáticamente el número óptimo de arcos y ángulos de mesa, así como los ángulos de inicio y finalización del gantry en función de los PTV.


Plan Analysis
Configuration
Total Monitor Units
Cumulative Target Volume
5.847 cm³
Volume Averaged CI / GI
Global V12.00 Gy
Normal Tissue Sparing
Low
High
DCA Complexity
Low
High
Metastases
PTV 01 + 1 mm
1.0 mm
PTV 02 + 1 mm
1.0 mm
PTV 03 + 1 mm
1.0 mm
PTV 04 + 1 mm
1.0 mm
PTV 05 + 1 mm
1.0 mm
PTV 06 + 1 mm
1.0 mm
PTV 07 + 1 mm
1.0 mm
PTV 08 + 0.5 mm
0.5 mm
OAR
Brainstem
Chiasm
Eye Left
Eye Right
Lens Left
Lens Right
Optic Nerve Left
MR Axial Oblique T1 VIBE fs tra with CM
Axial
A
R
L
P
3D
Table: 0°
Gantry: 0° – 180°
Coronal
H
R
L
F
Sagittal
H
A
P
F
Alerts
Data
Home
DEMO, Multiple BrainMet…
8 Mets
Plan not saved yet
Multiple Brain Mets SRS
Scroll
Zoom
Pan
Windowing
Revert
Monte Carlo
Measurement
Dose
Back
Next
BRAINLAB


PTV 07 + 1 mm
Size: 1.008 cm³ / 1.45 cm
GTV Dist to Iso: 44 mm
24.00 Gy / 1 fx
Treat Metastasis
Extra Arcs
General
Table 330 deg for:
Grouped Mets
Arc 3 DCA
Gantry: 20° - 180°
Collimator: 4°
MU: 957
Arc 4 DCA
Gantry: 180° - 20°
Collimator: 4°
MU: 612
Alerts
Data
Home
DEMO, Multiple BrainMet...
8 Mets
Final HD120
not approved
29-Jan-2025 20:49:03
Multiple Brain Mets SRS
Scroll
Zoom
Rotate
Windowing
Revert
Calculate
Monte Carlo
Measurement
Dose
100°
20°
180°
Back
Next
BRAINLAB

PTV 08 + 0.5 mm
Size: 1.636 cm³ / 1.70 cm
GTV Dist to Iso: 47 mm
Treat Metastasis
VMAT Arcs active

General

Table 280° for:
PTV 08 + 0.5 mm

Arc 5 VMAT
Gantry: 10° - 178°
Collimator: 355°
MU: 2253

Alerts | Data | Home

DEMO, Multiple BrainMets...
8 Mets
Final HD 120 with VMAT
not approved
30-Apr-2022 22:22:52

Multiple Brain Mets SRS
Prototype. Not for clinical use

Scroll | Zoom
Rotate | Windowing
Revert | Calculate
Monte Carlo
Measure
Dose

Optimización híbrida

Permite la optimización combinada de DCA y VMAT utlizando un único isocentro

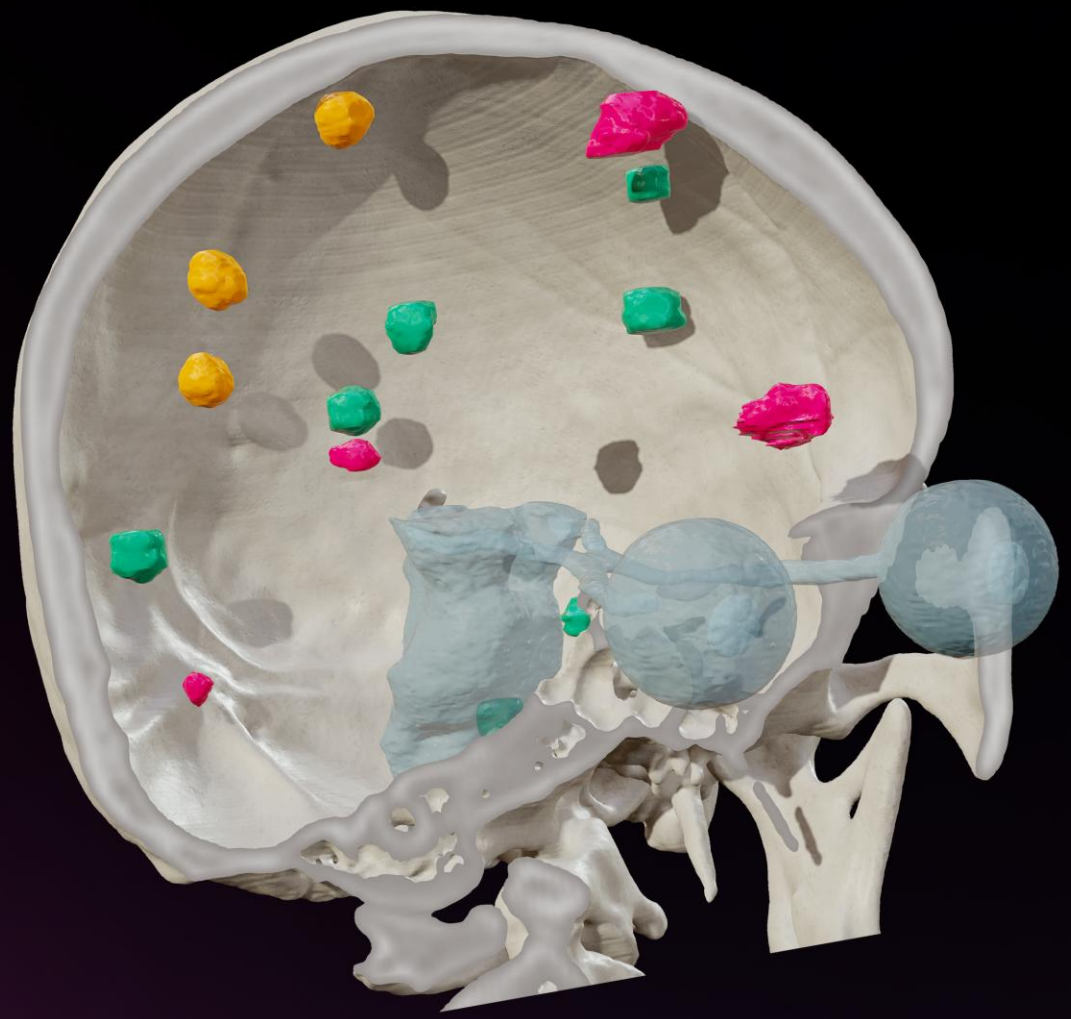
70°
77.3 MU

Back | Next

BRAINLAB

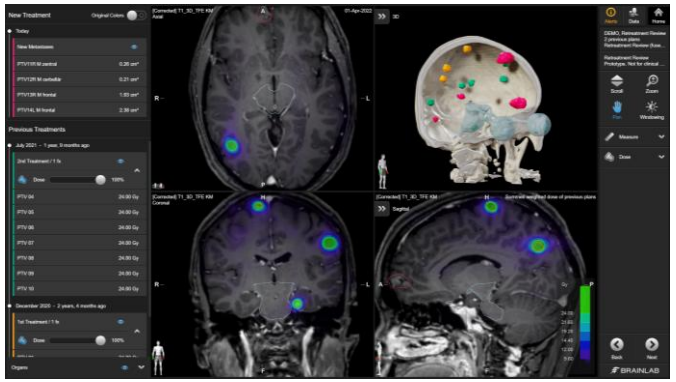
Elements Retreatment Review

Transformando los tratamientos de metástasis múltiples



Elements soluciones para el retratamiento de metástasis

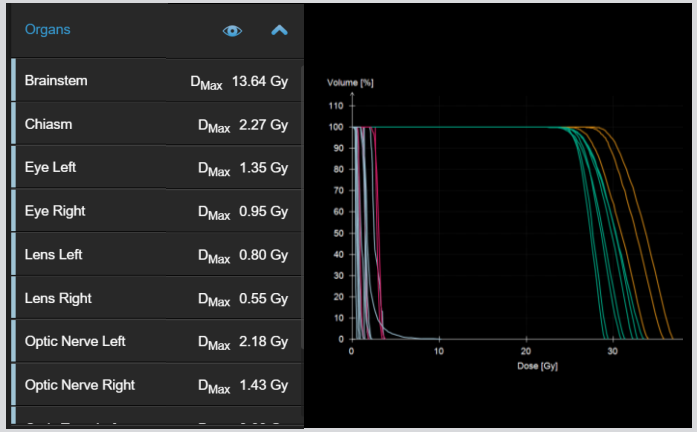
Toma de decisiones y retratamientos



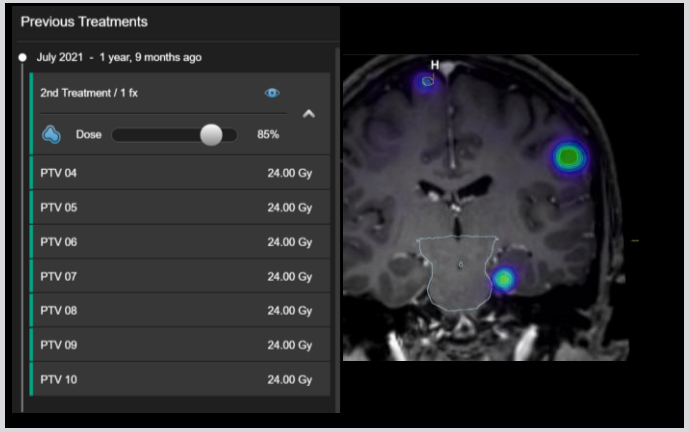
Elements Retreatment Review

Visualización de tratamientos anteriores y nuevos tumores

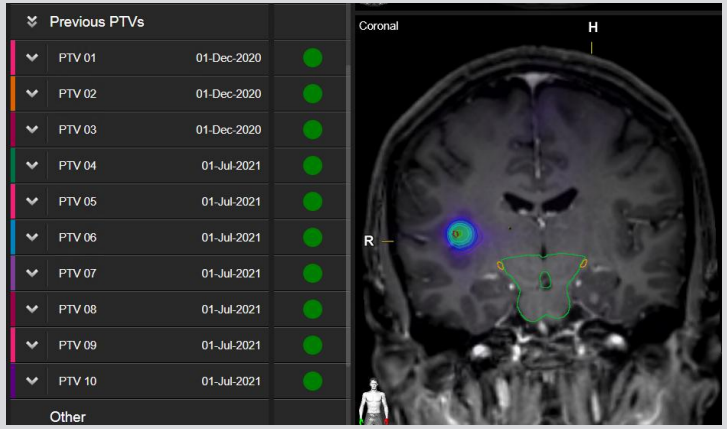
Código de colores para nuevos objetivos y lesiones tratadas anteriormente



Cálculo automático de **dosis máxima por órgano de riesgo** incluyendo las dosis de los tratamientos previos



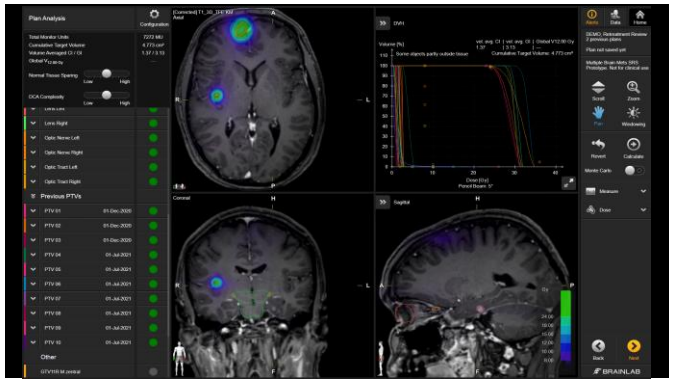
Peso de dosis para considerer el tiempo transcurrido entre los distintos tratamientos



Muestra y **añade constraints a los PTVs tratados previamente**

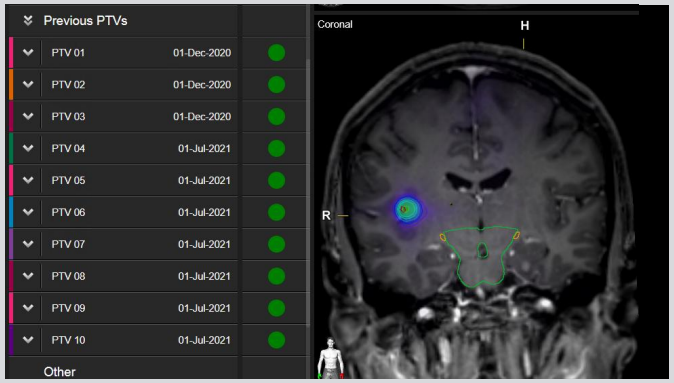
Elements soluciones para el retratamiento de metástasis

Planificación Retratamiento

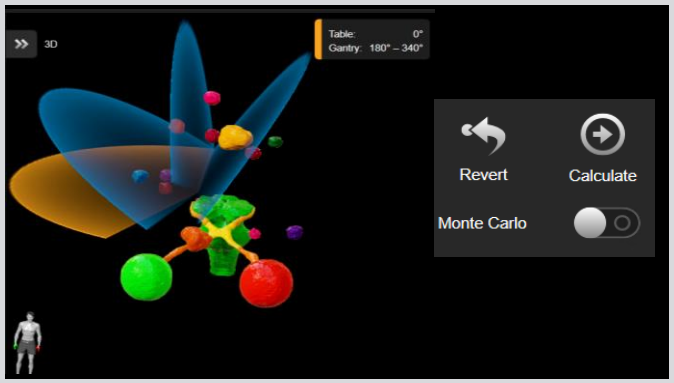


Elements Multiple Brain Mets SRS
planificación del retratamiento

Considera los previos PTV como
estructuras a evitar en el nuevo tratamiento



Muestra y **añade constraints a los PTVs tratados previamente**



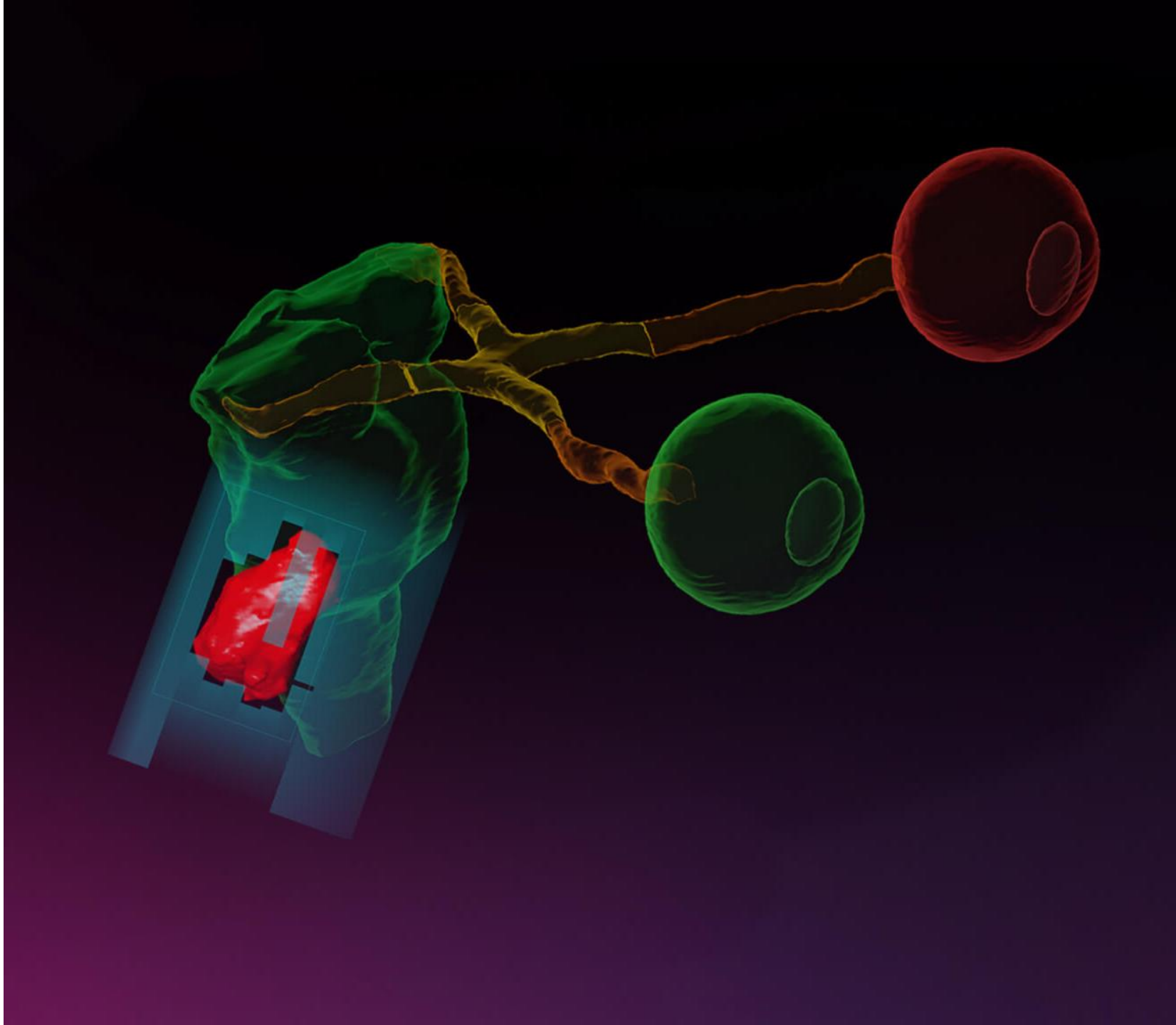
Los PTVs tratados previamente se consideran **estructuras a evitar** durante **la optimización de los arcos**

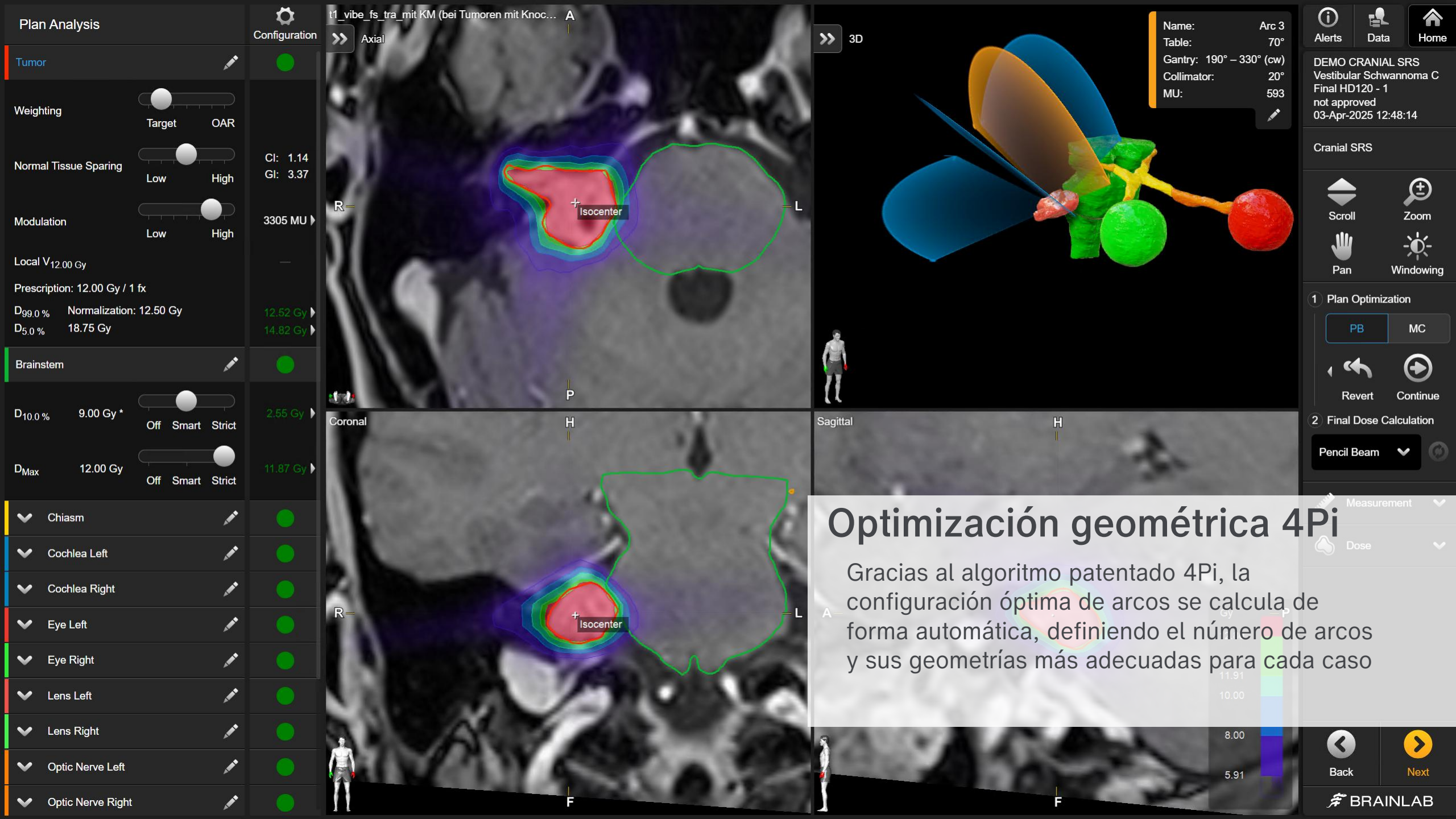
Elements Cranial SRS

Elements Cranial SRS

Planificación para tratamientos intracraneales, como las MAV, los adenomas hipofisarios y los schwannomas vestibulares.

La planificación del tratamiento basada en plantillas y un algoritmo específico de optimización de arcos 4Pi garantizan simultáneamente mejoras en la calidad del plan y en la eficiencia de las MU.





Optimización geométrica 4Pi

Gracias al algoritmo patentado 4Pi, la configuración óptima de arcos se calcula de forma automática, definiendo el número de arcos y sus geometrías más adecuadas para cada caso

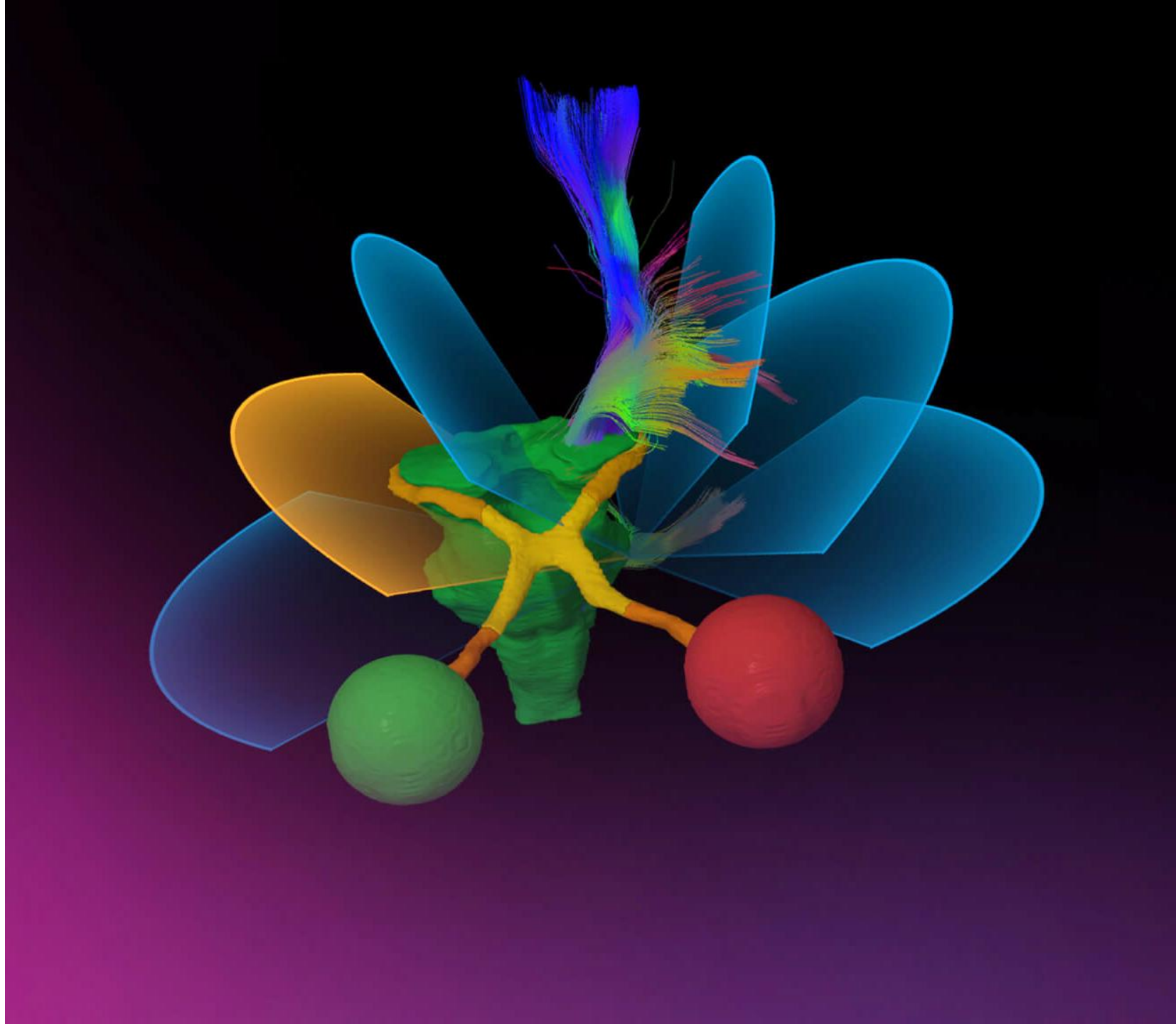
Elements
Cranial SRS w/ Cones

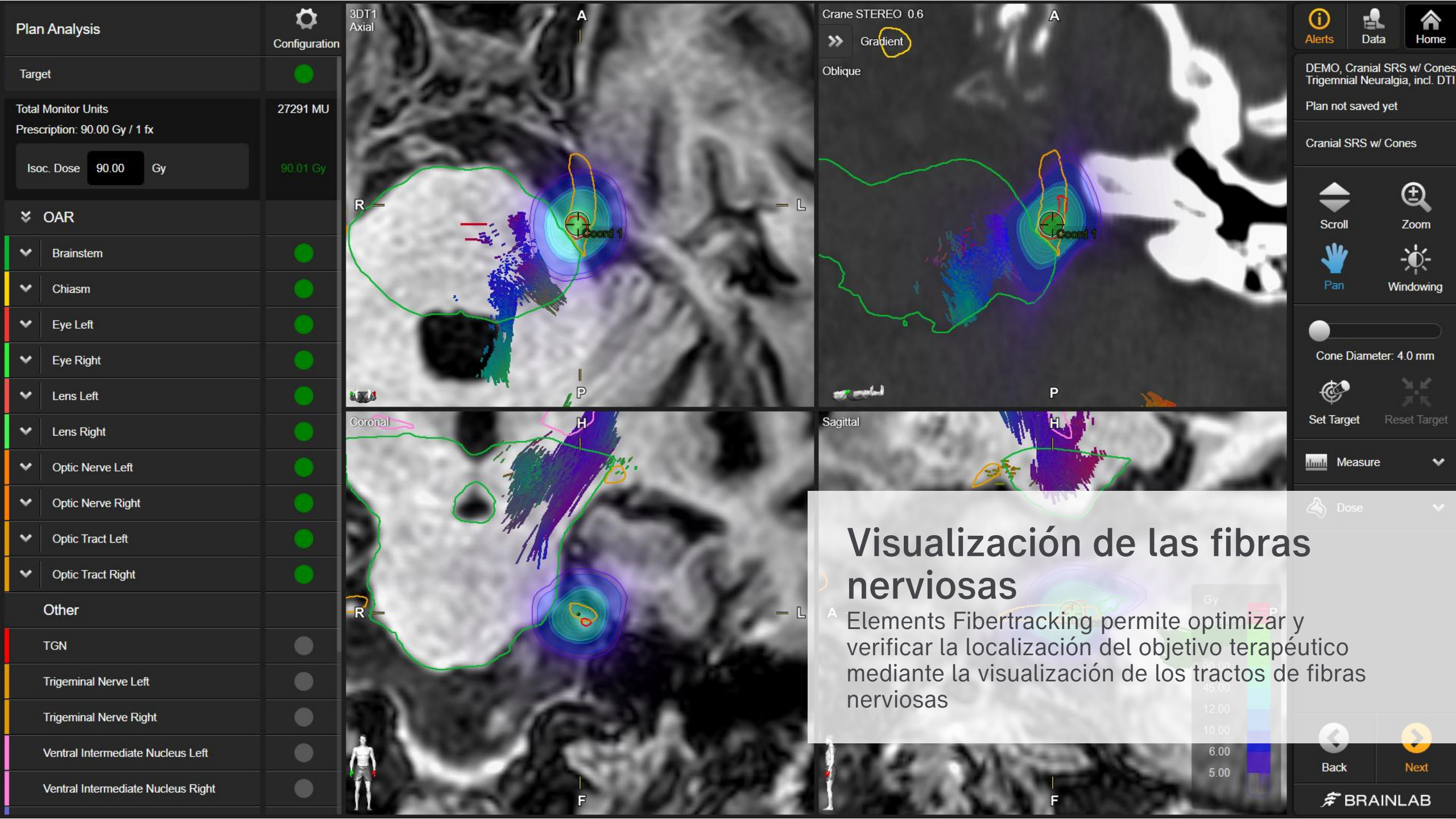
Elements Cranial SRS w/ Cones

Diseñado para la planificación de tratamientos funcionales, como la neuralgia del trigémino.

Tratamientos con colimadores cónicos para generar planes

- Gradientes de dosis muy pronunciados.
- Irradiación altamente precisa
- Máxima protección de los tejidos sanos circundantes.



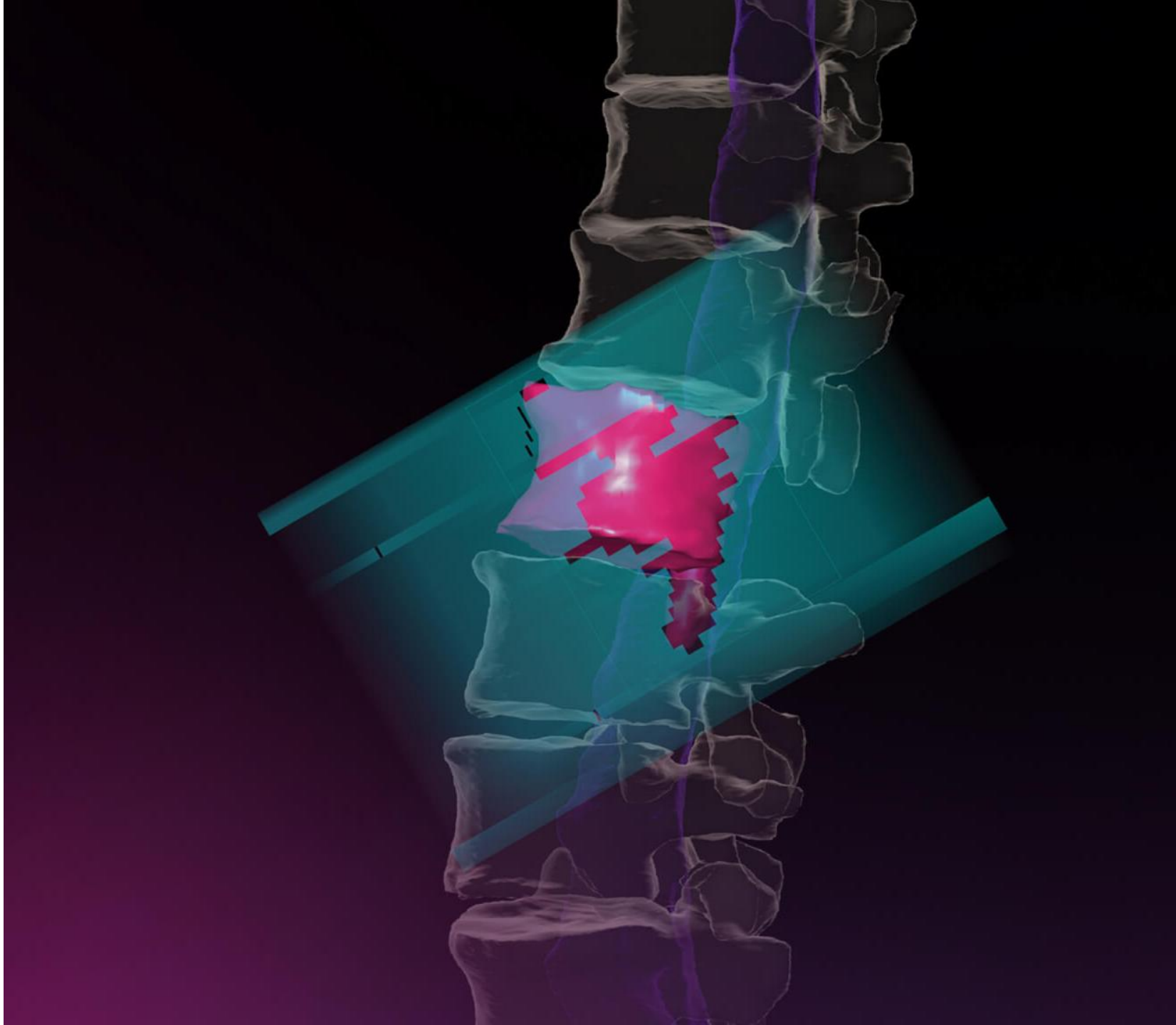

Plan Analysis
Configuration
Target
Total Monitor Units
27291 MU
Prescription: 90.00 Gy / 1 fx
Isoc. Dose
90.00
Gy
90.01 Gy
OAR
Brainstem
Chiasm
Eye Left
Eye Right
Lens Left
Lens Right
Optic Nerve Left
Optic Nerve Right
Optic Tract Left
Optic Tract Right
Other
TGN
Trigeminal Nerve Left
Trigeminal Nerve Right
Ventral Intermediate Nucleus Left
Ventral Intermediate Nucleus Right
3DT1
Axial
Crane STEREO 0.6
Gradient
Oblique
Coronal
Sagittal
Coord 1
Alerts
Data
Home
DEMO, Cranial SRS w/ Cones Trigemnial Neuralgia, incl. DTI
Plan not saved yet
Cranial SRS w/ Cones
Scroll
Zoom
Pan
Windowing
Cone Diameter: 4.0 mm
Set Target
Reset Target
Measure
Dose
Visualización de las fibras nerviosas
Elements Fibertracking permite optimizar y verificar la localización del objetivo terapéutico mediante la visualización de los tractos de fibras nerviosas
Back
Next
BRAINLAB

Elements
Spine SRS

Elements Spine SRS

Optimizado para el tratamiento de metástasis vertebrales con VMAT.

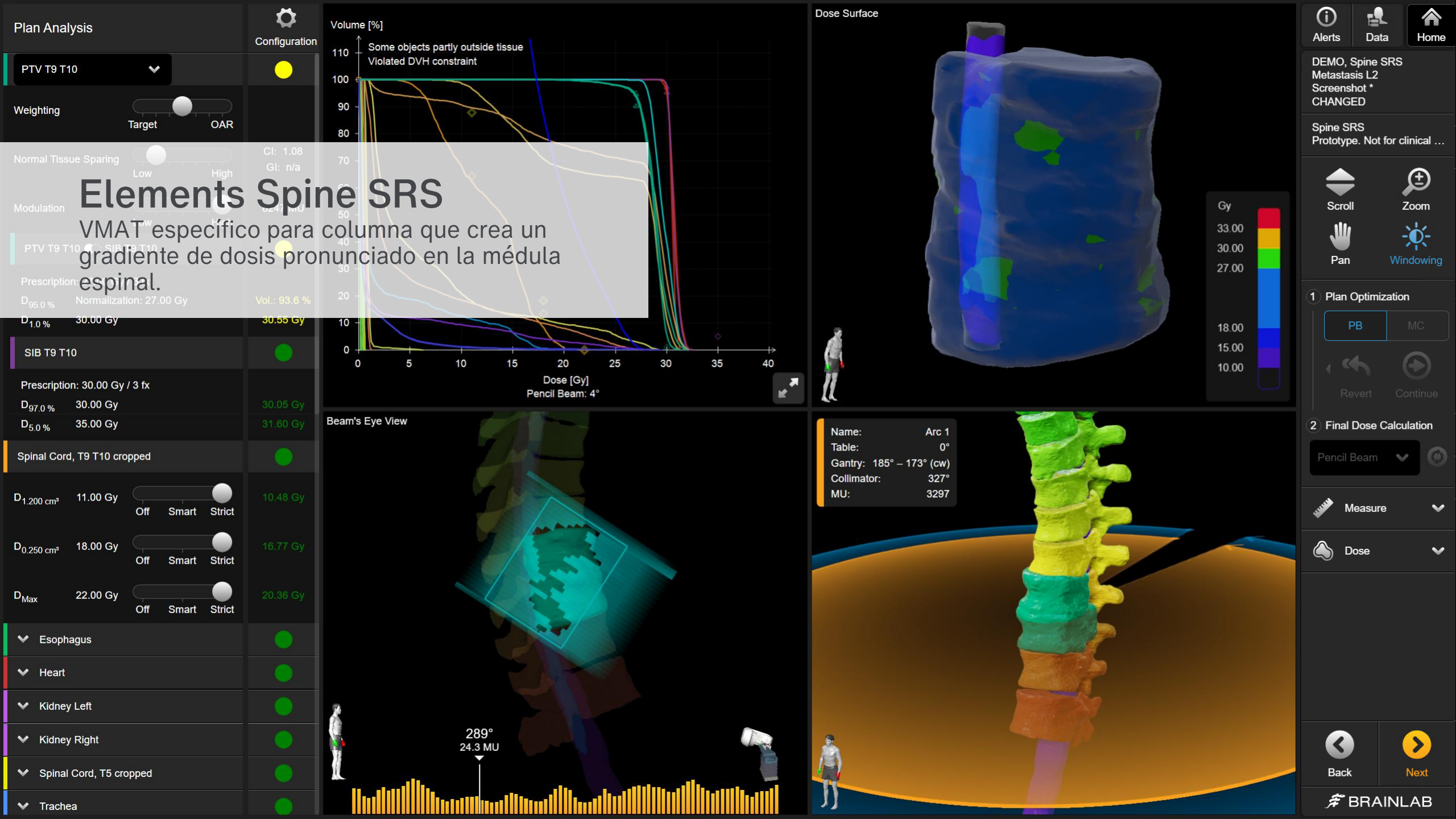
- Gradientes de dosis extremadamente pronunciados a lo largo de vértebras específicas
- Máxima protección de la médula espinal
- Herramientas de contorneado automático alineadas con las recomendaciones del International Spine Consortium.





Elements Spine Curvature Correction

Correción de la curvatura de la columna entre estudios



Elements Spine SRS

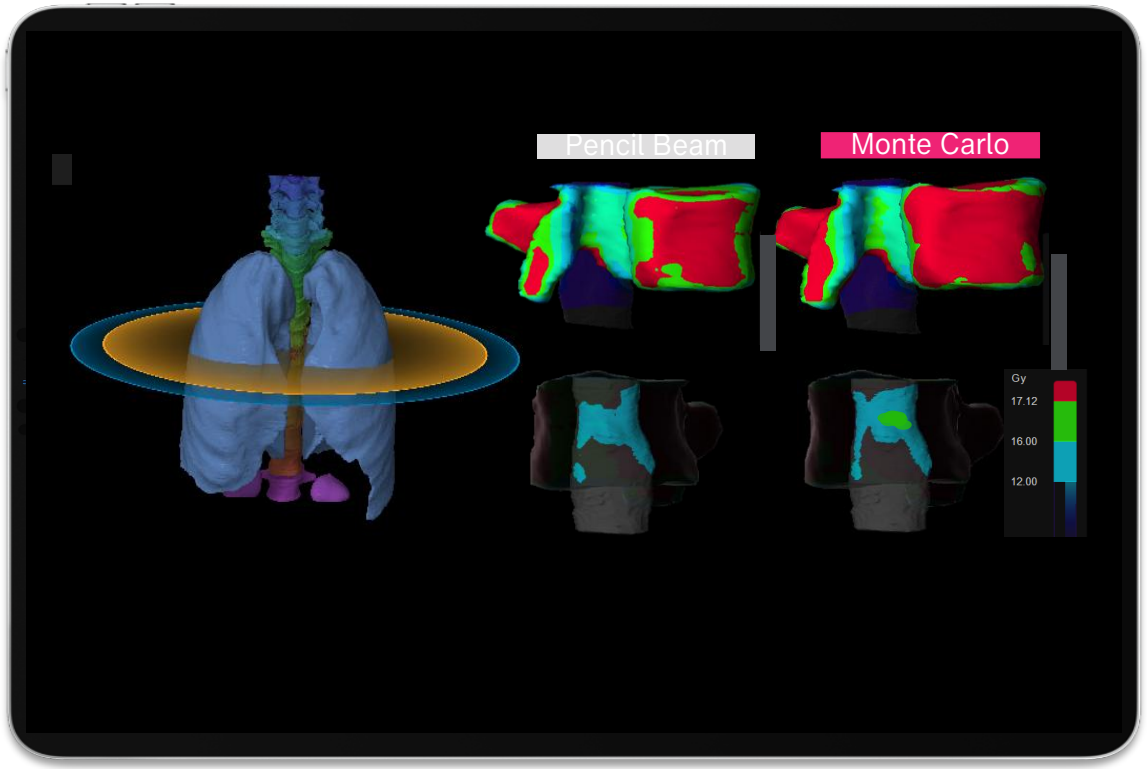
VMAT específico para columna que crea un gradiente de dosis pronunciado en la médula espinal.

Elements Spine SRS

Relevancia clínica de la optimización Monte Carlo

La diferencia entre las distribuciones de dosis obtenidas con algoritmos de Pencil Beam y Monte Carlo puede ser significativa en determinadas localizaciones de tratamiento.

- **Columna torácica**: en regiones con interfaces entre **aire y hueso**.
- **Tumores paravertebrales**: en zonas de transición entre **tejido blando y hueso**.
- **Implantes espinales:** en áreas donde existe una interfaz entre **metal y hueso**.



Advanced Motion Management: visualización y seguimiento de los tumores pulmonares

Cáncer de pulmón

Incidencia global

Nuevos casos/año

Estados Unidos

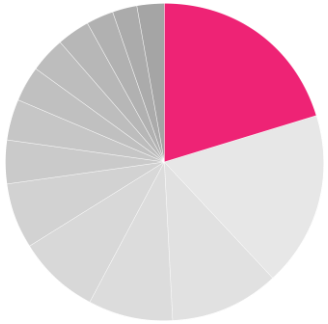
234,600



Global

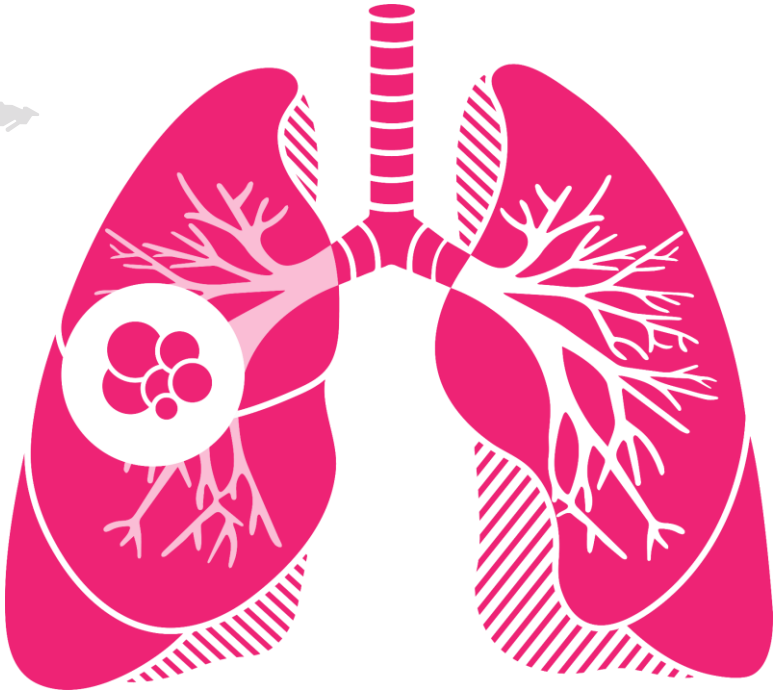
2.1 Mio.

Muertes /año en Estados Unidos



Pulmón

125,100



5 de cada 100

desarrollan cáncer de pulmón en su vida



4 de cada 100

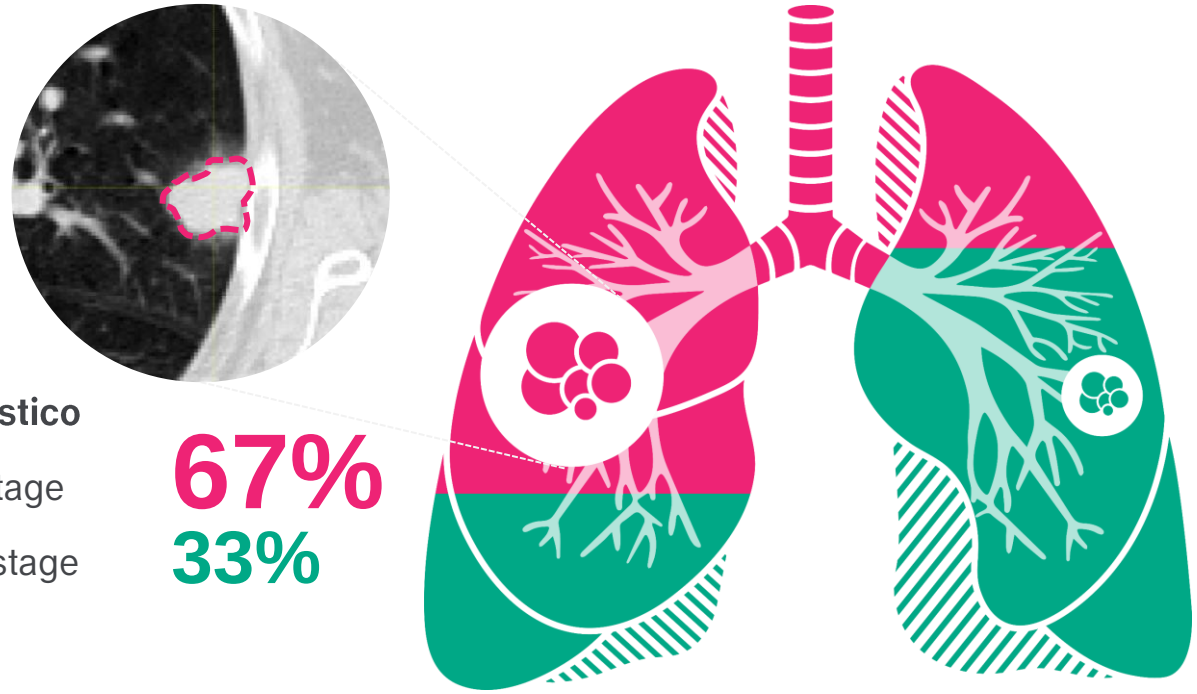
mueren por cáncer de pulmón

American Cancer Society (2024): Key Statistics for Lung Cancer. https://www.cancer.org/cancer/types/lung-cancer/about/key-statistics.html; LCFA (2022): Raising Awareness of Lung Cancer's Deadly Impact & Disproportionate Research Funding. https://lcfamerica.org/; Wild et al. (2020): World cancer report: cancer research for cancer prevention. http://publications.iarc.fr/586

Diagnóstico de cáncer de pulmón

La mayoría de los casos de cáncer de pulmón se diagnostican en los estadios III y IV:

peor supervivencia a largo plazo



Diagnóstico

Late stage **67%**

Early stage **33%**

Tasa de supervivencia a 5-años

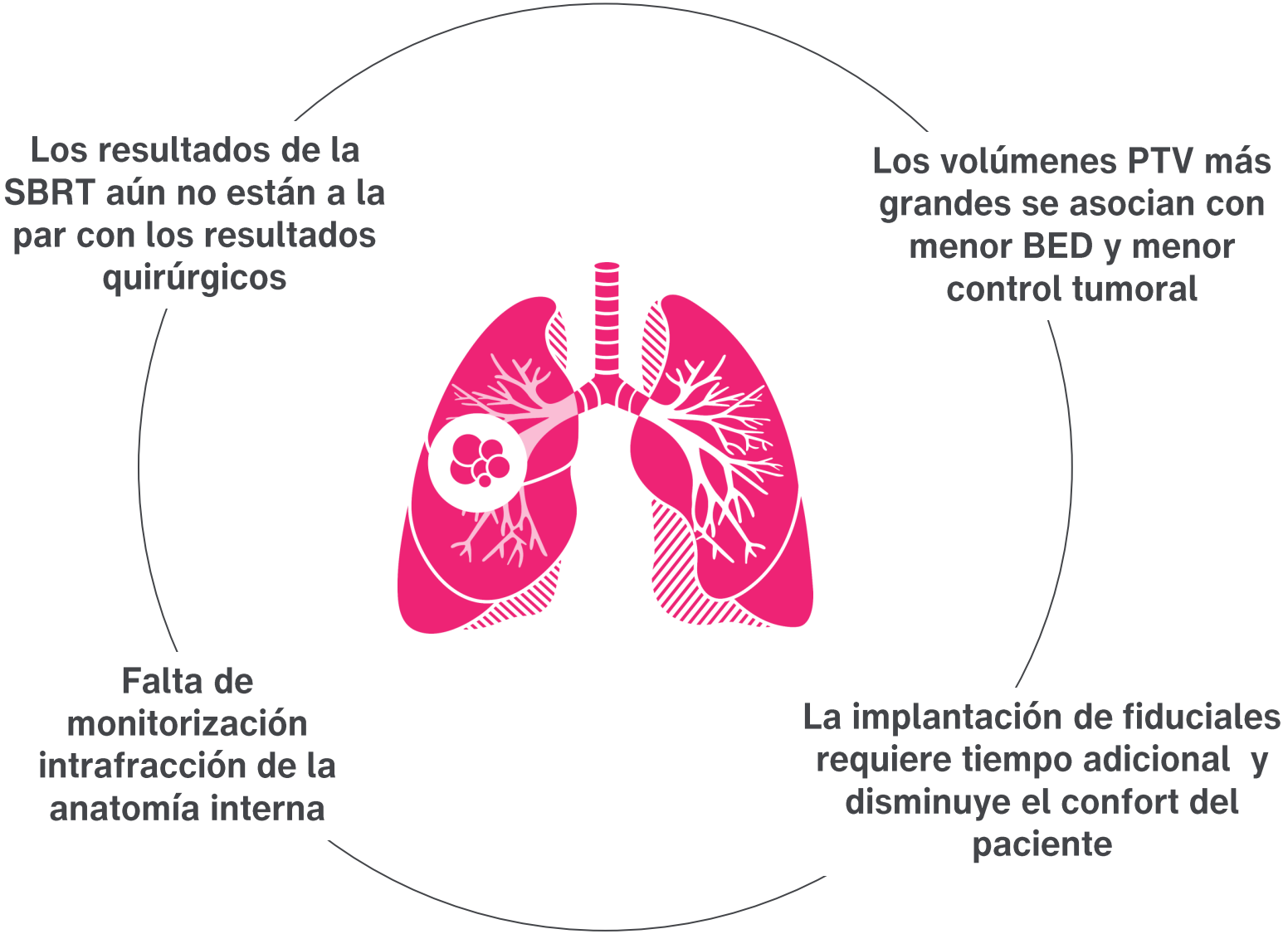
Late stage **4-27%**

Early stage **46-73%**

Erdmann et al. (2021) Krebs in Deutschland für 2017/2018. DOI: 10.25646/835; Saghir et al. (2012): CT screening for lung cancer brings forward early disease. The randomised Danish Lung Cancer Screening Trial: status after five annual screening rounds with low-dose CT. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2011-200736

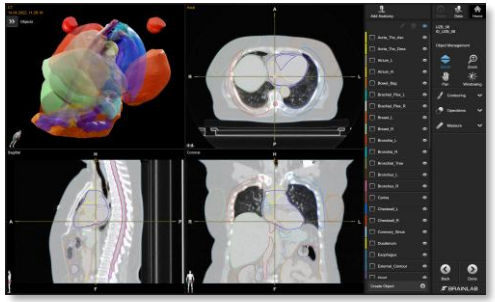
Retos de la SBRT pulmonar

Verificar la posición del tumor en todo momento



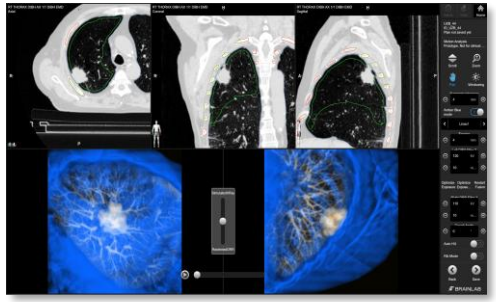
Advanced Motion Management

Tratamientos sin marcadores: desde el CT de simulación a la monitorización del paciente



Pre-planning

1



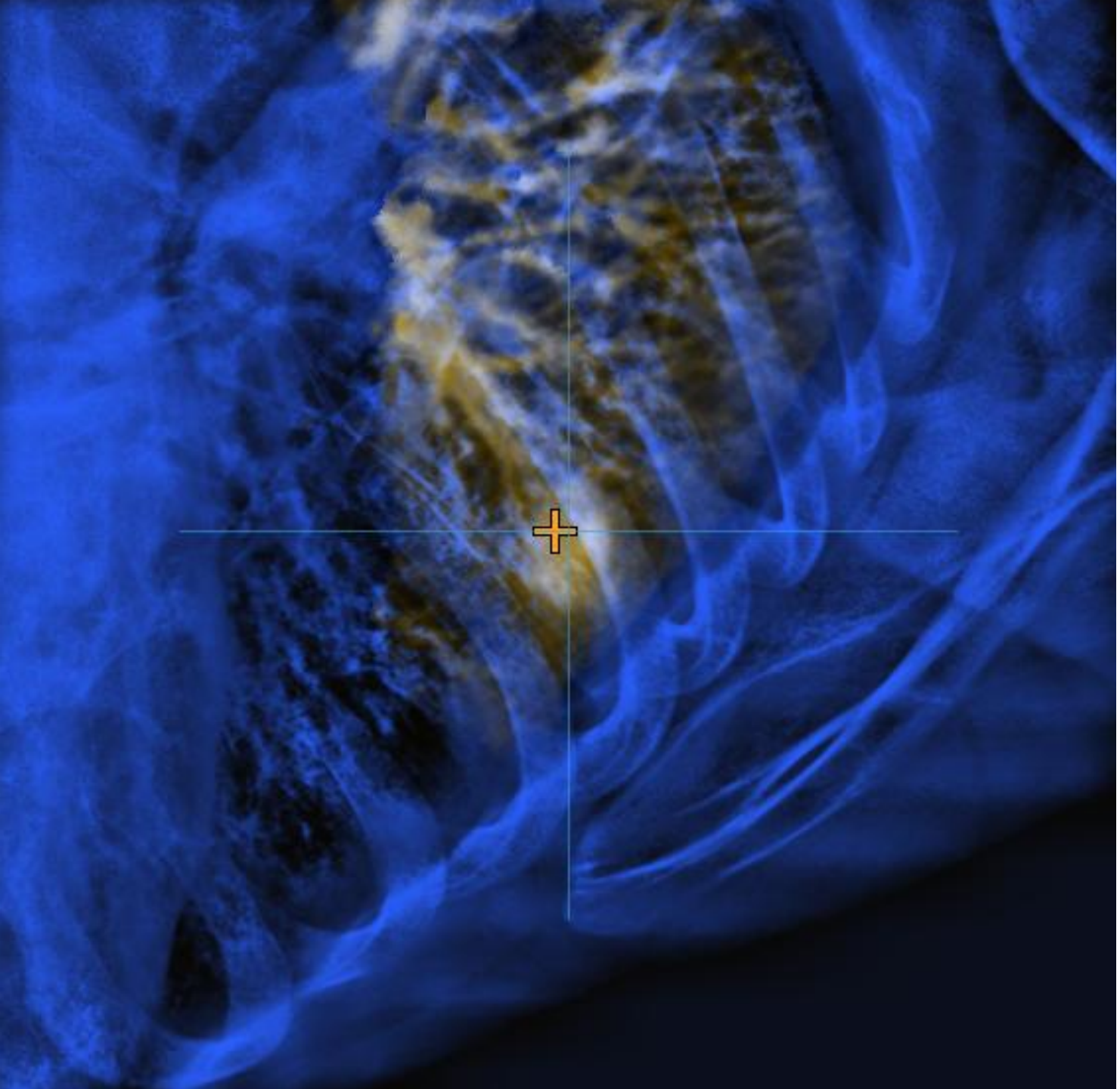
Motion Analysis

2



Positioning & Monitoring

3



Seguimiento de tejido blando intrafracción con Advanced Motion Management

Procedimientos eficientes posicionamiento con rayos X en respiración mantenida

Precisión mediante el seguimiento del movimiento interno intrafracción

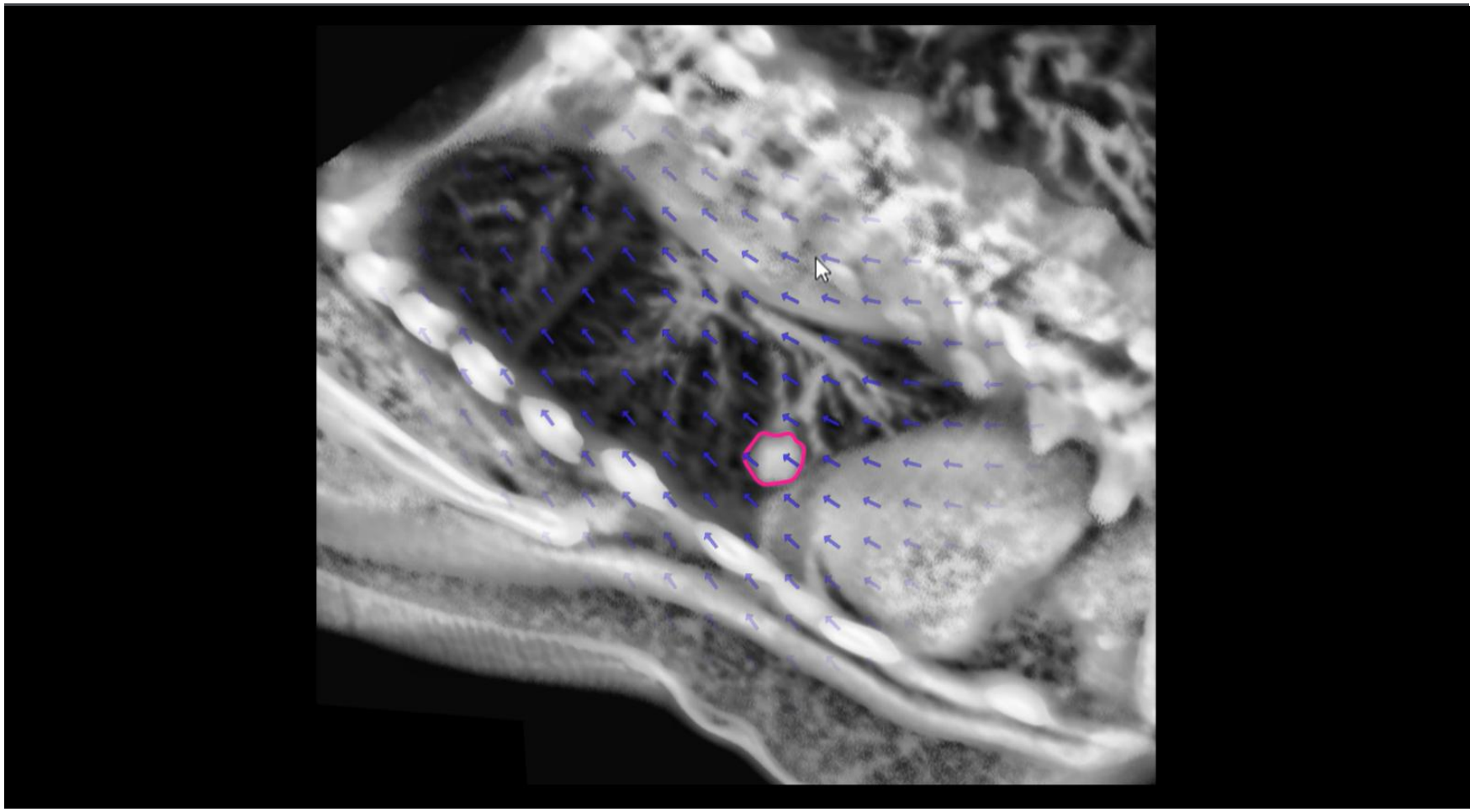
Detección de desviaciones del posicionamiento inicial para una localización fiable del tumor

Punto respiratorio consistente reduce la variabilidad

Reposicionamiento basado en anatomía interna garantiza el tratamiento preciso de lesiones pequeñas

Análisis del movimiento

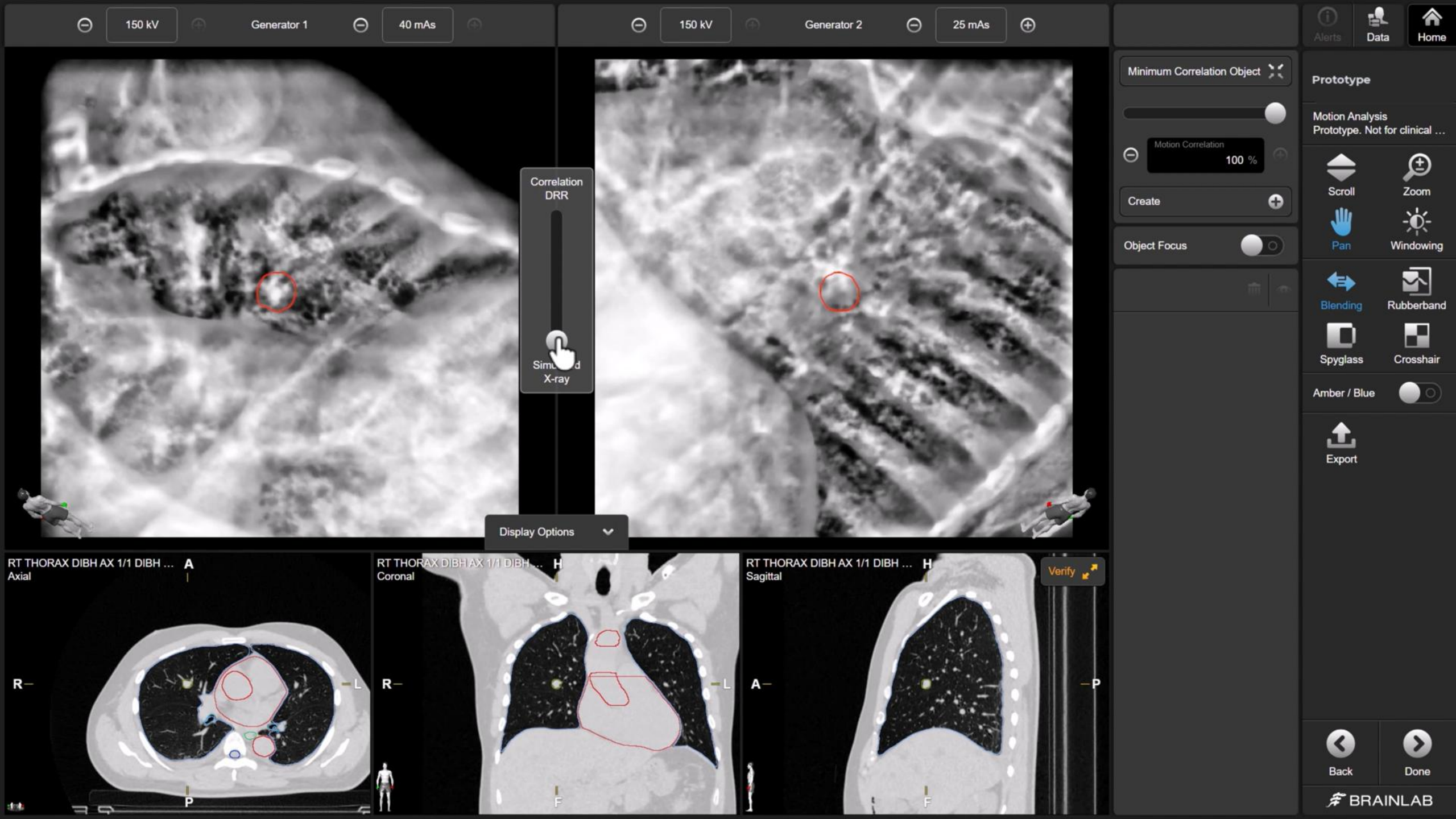
4DCT comparado con CT en inspiración

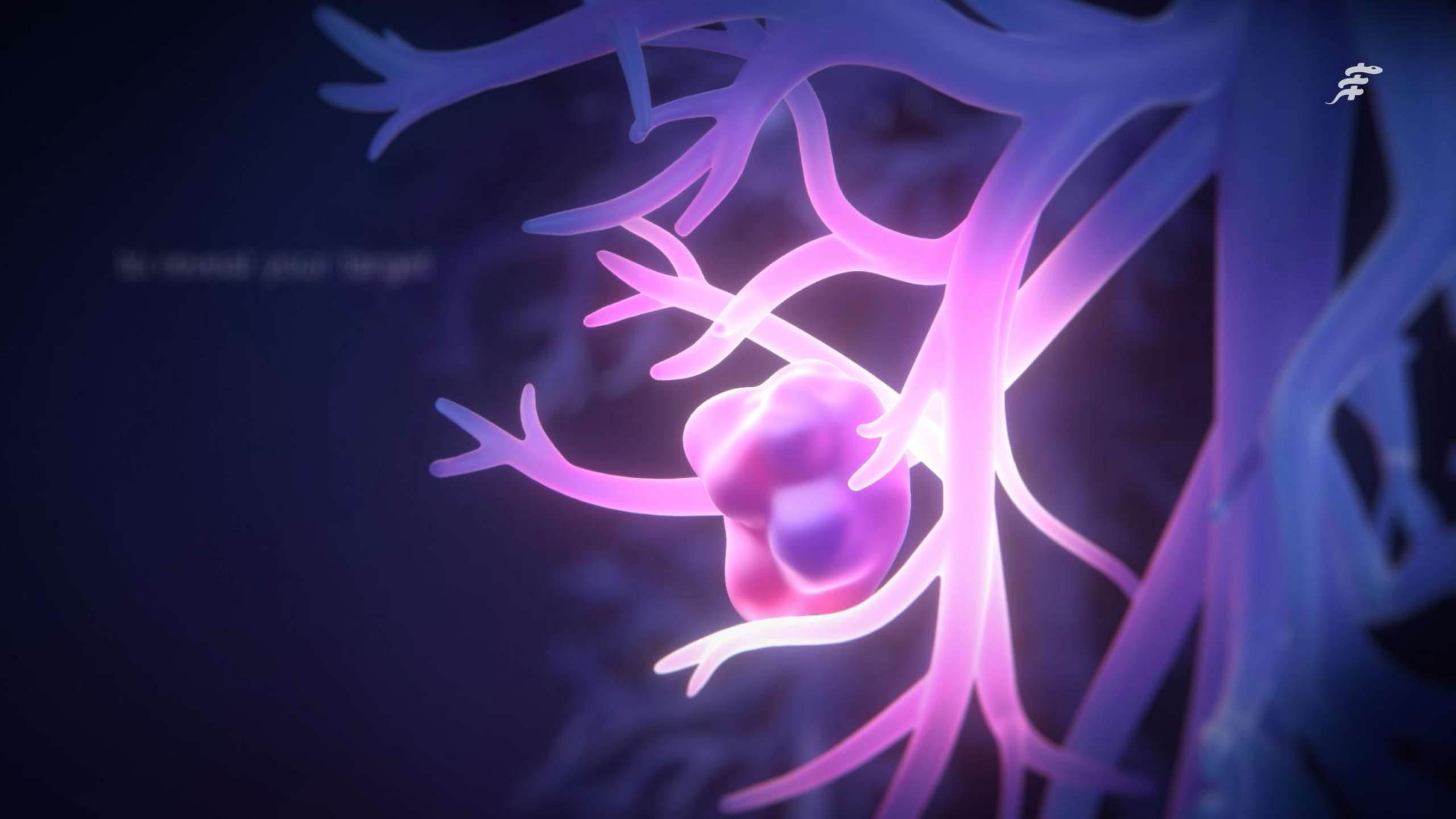


ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO

Análisis de la trayectoria del movimiento de todos los voxels en relación al movimiento del GTV

Identificación de estructuras con una trayectoria de movimiento similar al GTV

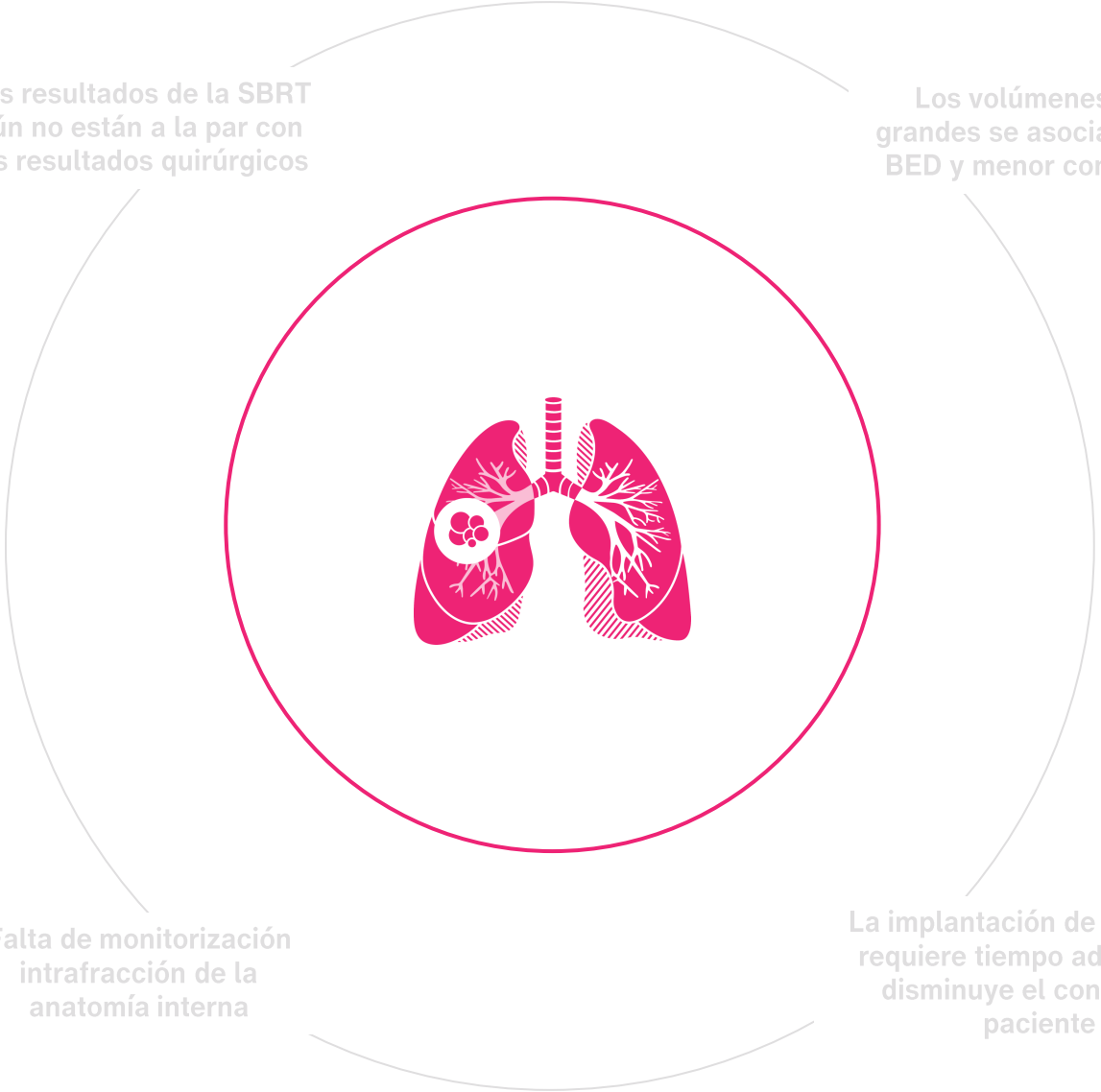

150 kV
Generator 1
40 mAs
150 kV
Generator 2
25 mAs
Alerts
Data
Home
Minimum Correlation Object
Prototype
Motion Analysis
Prototype. Not for clinical ...
Motion Correlation
100 %
Create
Object Focus
Scroll
Zoom
Pan
Windowing
Blending
Rubberband
Spyglass
Crosshair
Amber / Blue
Export
Correlation
DRR
X-ray
Display Options
RT THORAX DIBH AX 1/1 DIBH ...
Axial
RT THORAX DIBH AX 1/1 DIBH ...
Coronal
RT THORAX DIBH AX 1/1 DIBH ...
Sagittal
Verify
Back
Done
BRAINLAB




Menu
DEMO, MOTION ANALYSIS
ID: BHCT 4DCT 68 Plan: Plan
ExacTrac Dynamic Treatment Application
BRAINLAB
Navigation | X-ray
90 kV 10 mAs
1 2
90 kV 10 mAs
Beam: 1
Couch: 0°
Gantry: +173.0° - +185.0°
mm
Distance
+ 0.0
Lateral
+ 0.0
Longitudinal
+ 0.0
Vertical
+ 0.0
Pitch
+ 0.0
Roll
+ 0.0
Yaw
+ 0.0
Live Surface
Breath-hold Planning CT
2 mm
8 mm
Respiratory Signal and Levels
21.2 mm
15.2 mm
Planned Level (18.2 mm)
Baseline (0.0 mm)
40 sec
30 sec
20 sec
10 sec
0 sec
Live Respiration
Guide Patient to Planned Level
Acquire X-rays via console
X-ray Generator Settings
Link generators
Generator 1 & 2
90 kV
10 mAs
Confirm

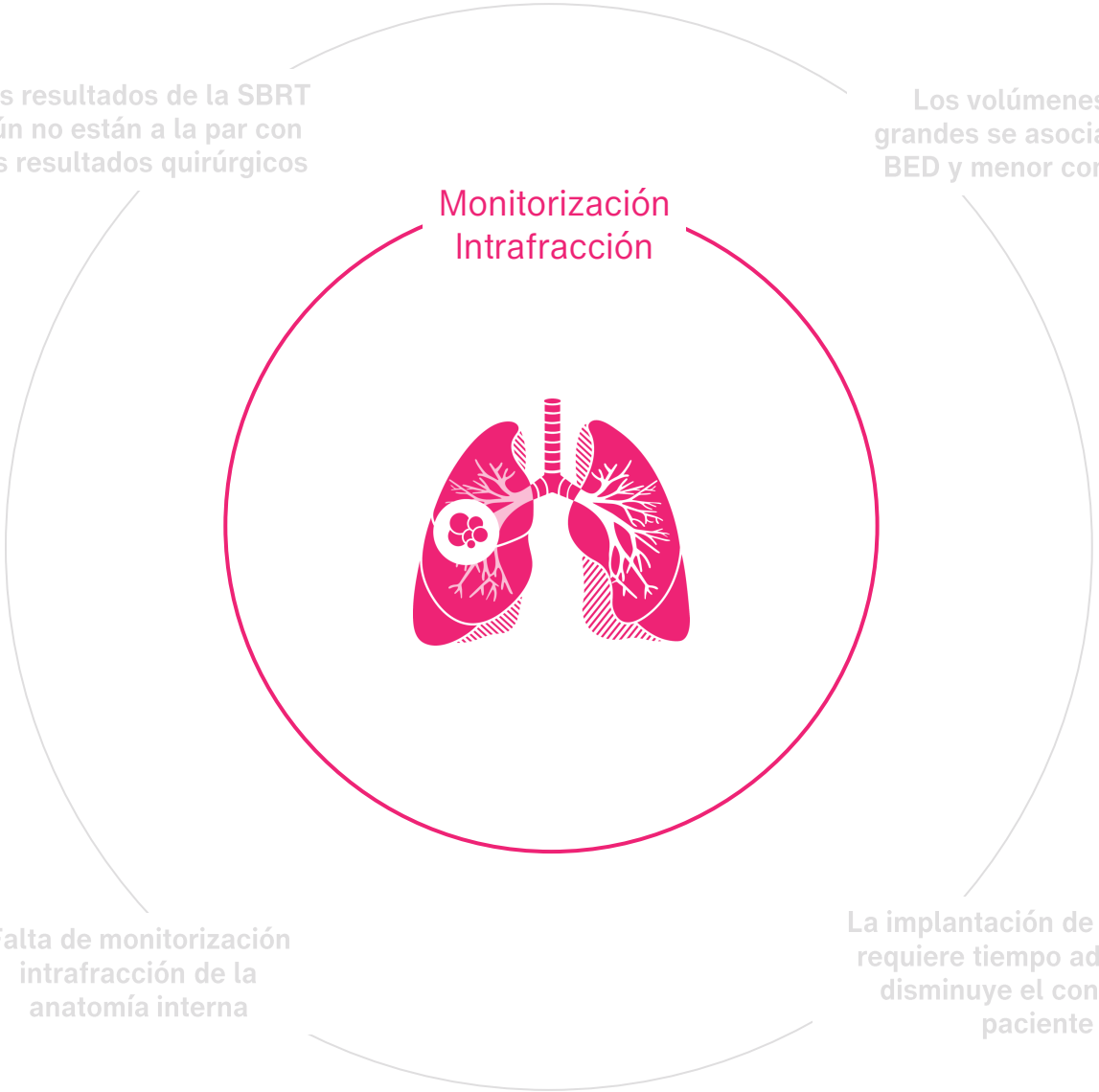
Visualizando el movimiento interno del tumor durante el tratamiento

Verificación de la posición del tumor en cualquier momento



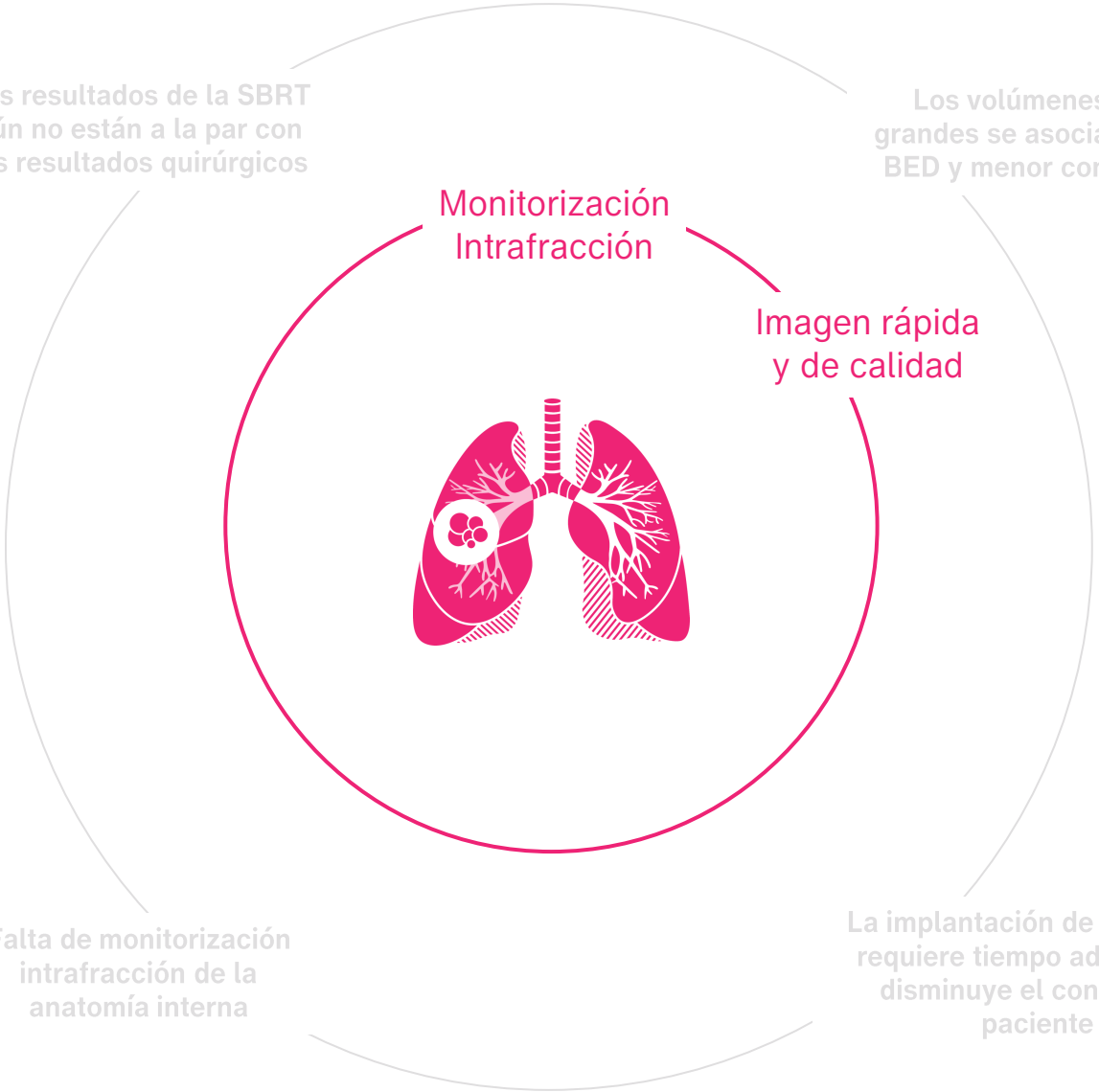
Visualizando el movimiento interno del tumor durante el tratamiento

Verificación de la posición del tumor en cualquier momento



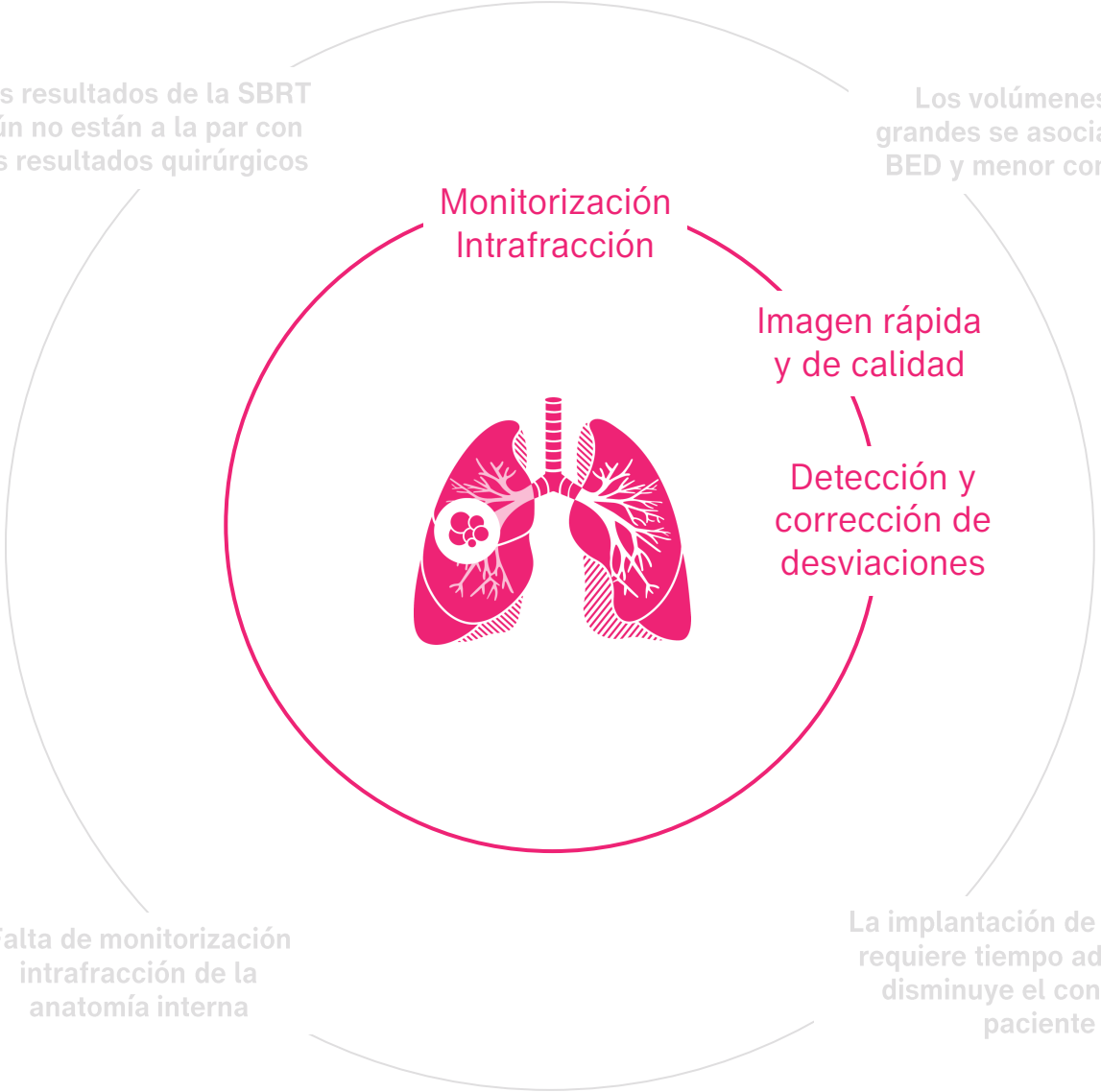
Visualizando el movimiento interno del tumor durante el tratamiento

Verificación de la posición del tumor en cualquier momento



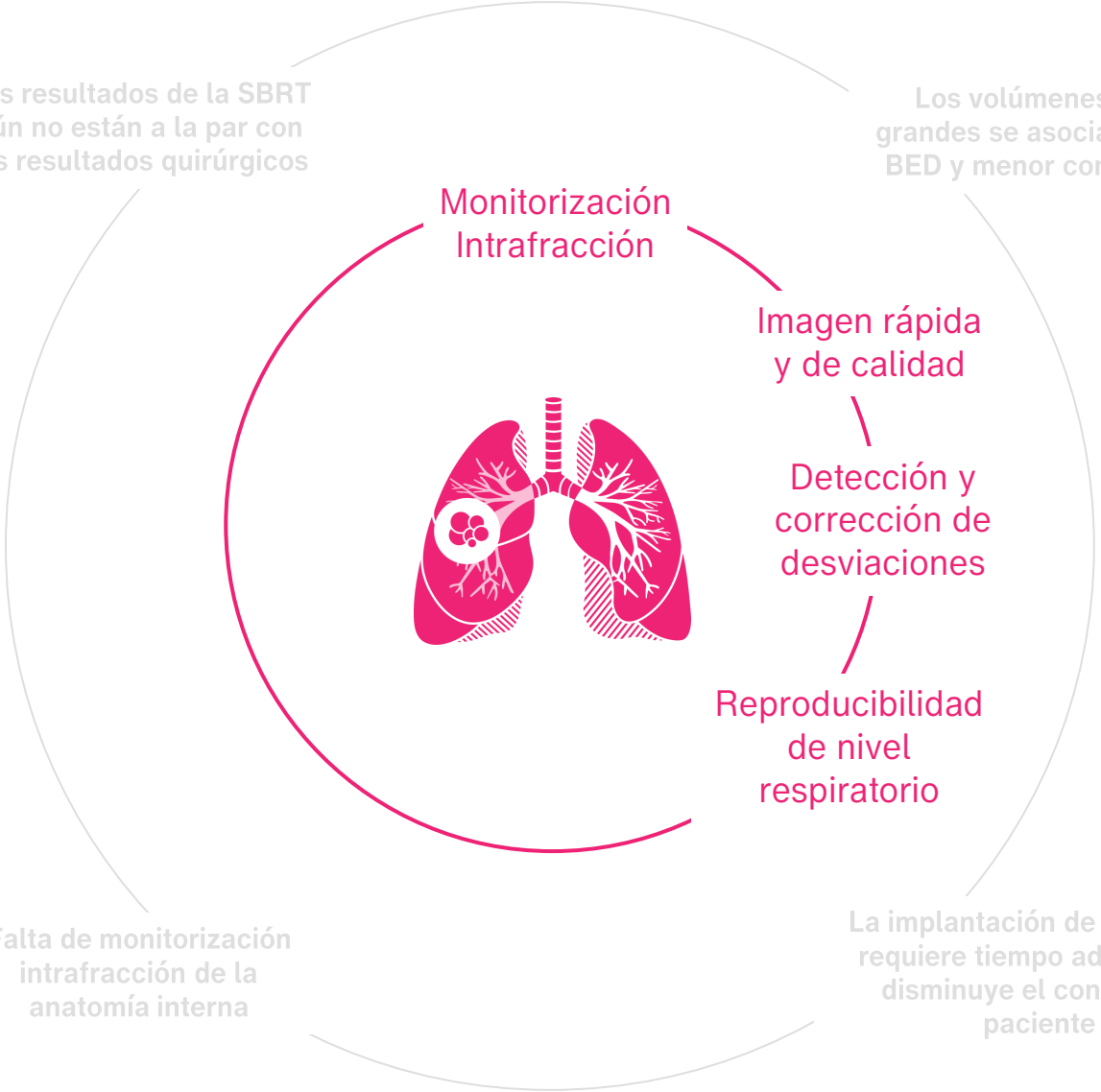
Visualizando el movimiento interno del tumor durante el tratamiento

Verificación de la posición del tumor en cualquier momento



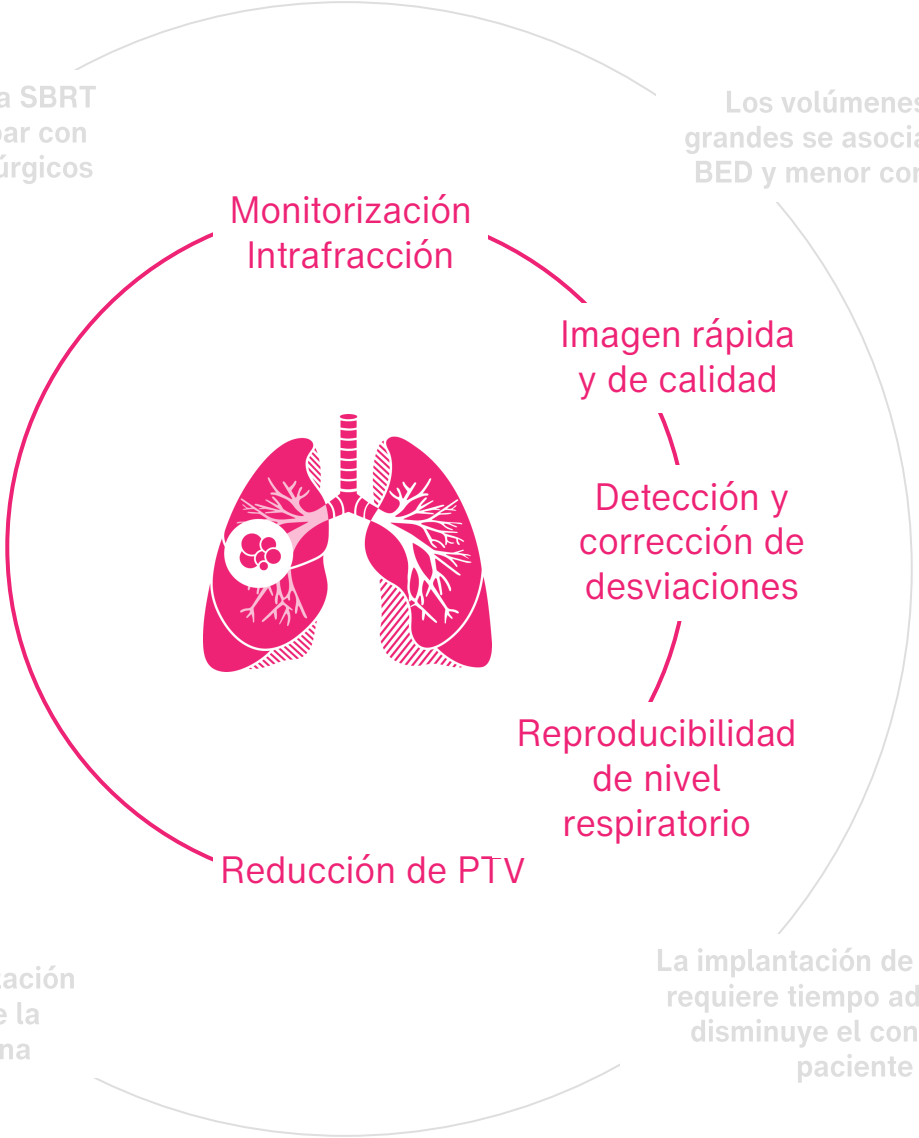
Visualizando el movimiento interno del tumor durante el tratamiento

Verificación de la posición del tumor en cualquier momento



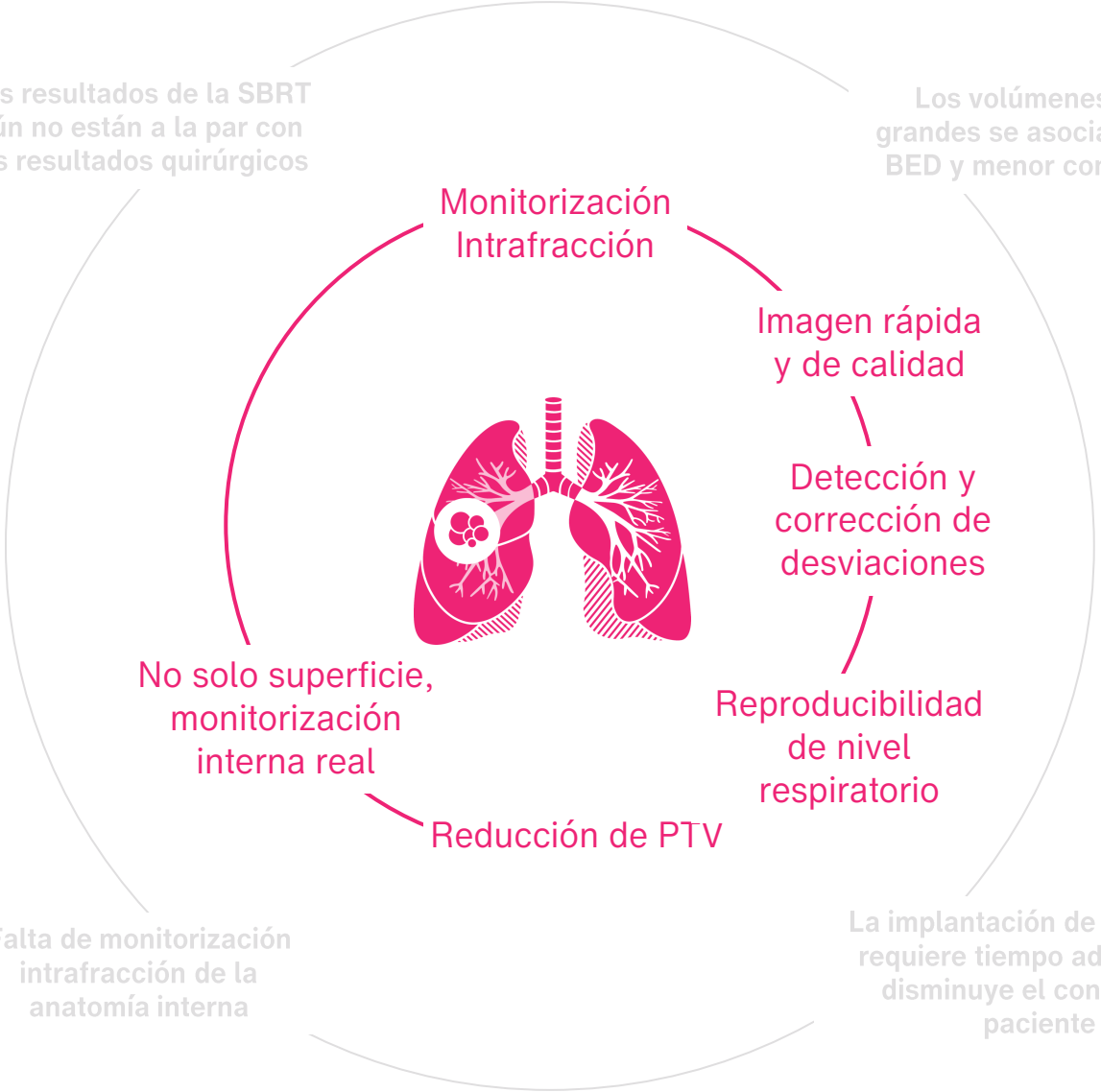
Visualizando el movimiento interno del tumor durante el tratamiento

Verificación de la posición del tumor en cualquier momento



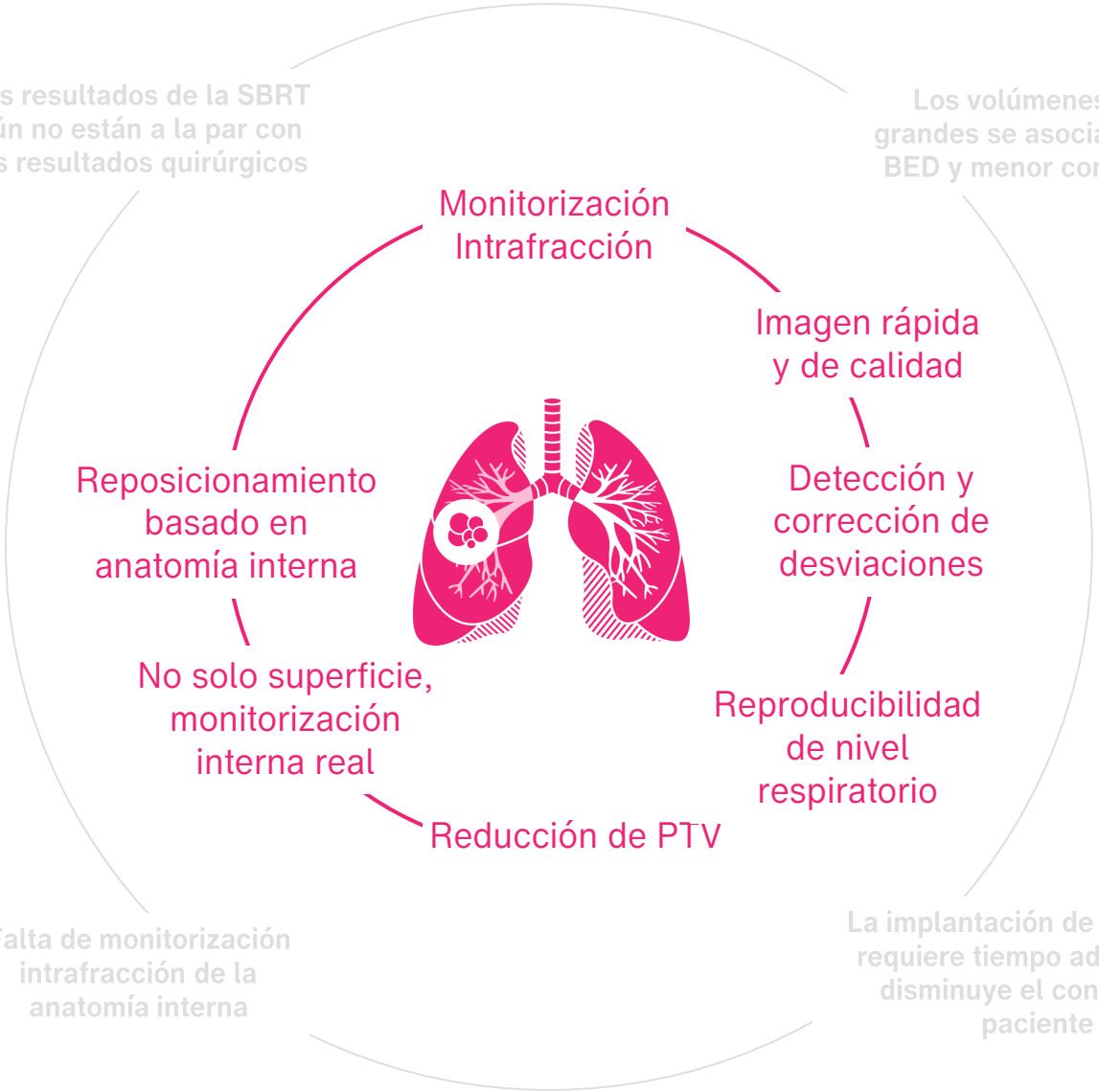
Visualizando el movimiento interno del tumor durante el tratamiento

Verificación de la posición del tumor en cualquier momento



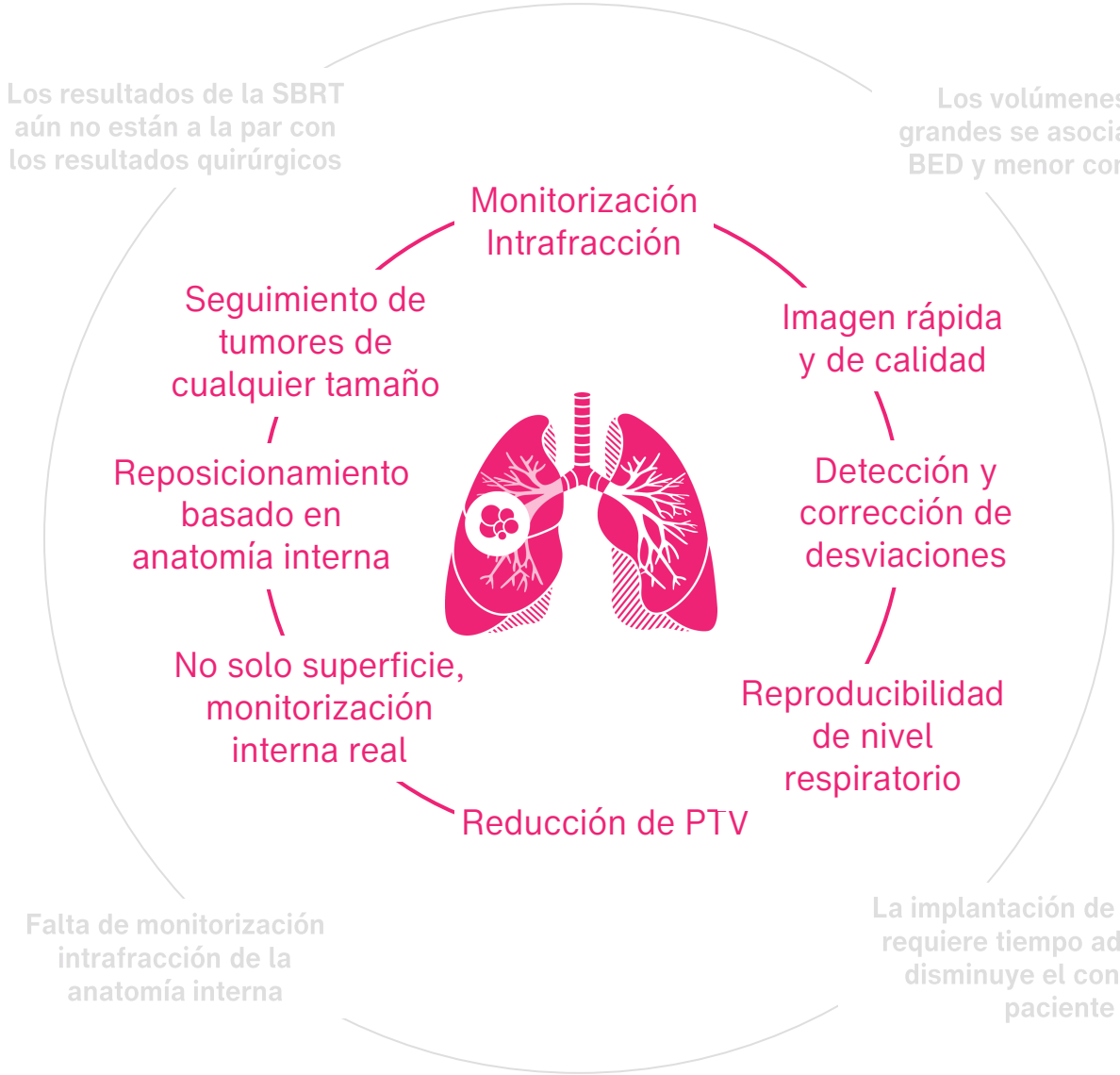
Visualizando el movimiento interno del tumor durante el tratamiento

Verificación de la posición del tumor en cualquier momento



Visualizando el movimiento interno del tumor durante el tratamiento

Verificación de la posición del tumor en cualquier momento



¡Muchas gracias por su atención!

