

Radioterapia con partículas cargadas: descripción y perspectivas

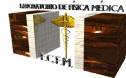
José A. Ramos Méndez

Seminario del Cuerpo Académico de Partículas, Campos y Relatividad

General

10 de Octubre del 2012





Contenido

Contenido

- 1 Antecedentes
- 2 Justificación
- 3 Costo/Beneficio de la Terapia de Hadrones
- 4 Conclusiones

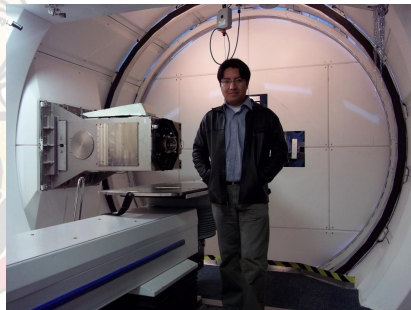
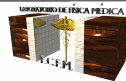
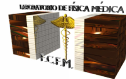


Figura: Francis H. Burr Proton Therapy Center, Massachusetts General Hospital & Harvard Medical School



Antecedentes: Incidencia de cáncer en México





Antecedentes

Incidencia de cáncer en México

Subgrupos de causa de muerte en México

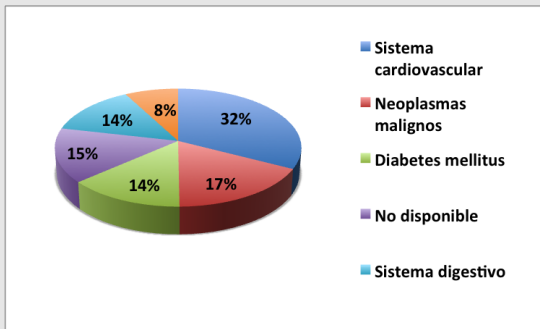
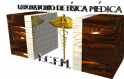


Figura: Regional Mortality Information System. Regional Health Observatory. Pan American Health Organization (PAHO), 2011.



Antecedentes

Incidencia de cáncer en México

Principales causas de mortalidad hospitalaria

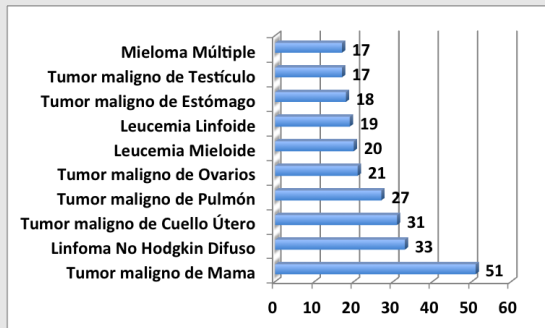
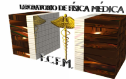


Figura: Otras causas 1258. Subdirección de planeación INCAN. Datos Enero-Diciembre 2011.



Antecedentes

Incidencia de cáncer en México

Diagnóstico y tratamiento

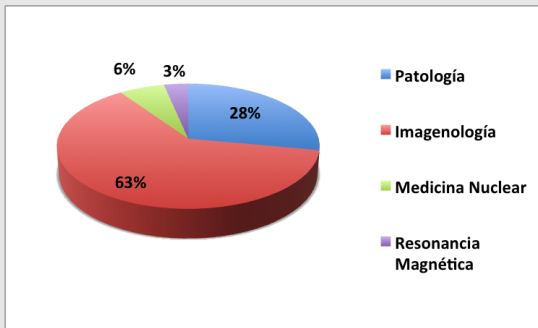
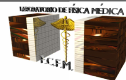


Figura: Instituto Nacional de Cancerología. 2011



Antecedentes



Incidencia de cáncer en México

Tratamiento

- Quimioterapia
- Hormonoterapia
- Cirugía
- Crioblación
- Inmunoterapia
- Radioterapia

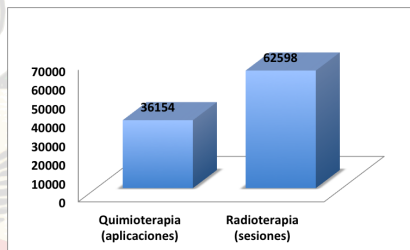
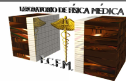


Figura: Datos del Instituto Nacional de Cancerología. 2011

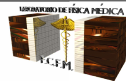


Antecedentes

Incidencia de cáncer en México

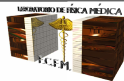
Fuente: World Health Organization

- Existen alrededor de 120000 personas diagnosticadas con cáncer anualmente.
- 70000 personas mueren por cáncer anualmente.
- Aproximadamente el 5% de las muertes en infantes son por cáncer. (29.3% de la población, INEGI)



Justificación: Ventajas Sobre la Radioterapia Convencional

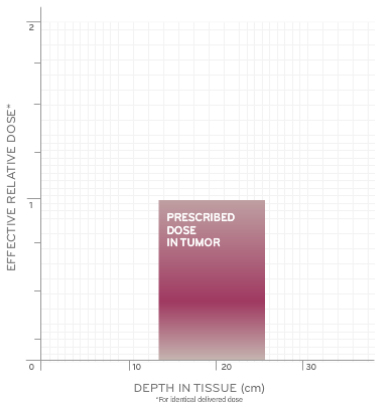




Justificación

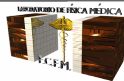
Justificación

THE BRAGG PEAK



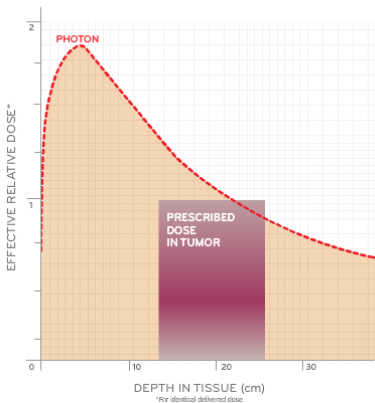


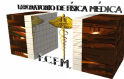
Justificación



Justificación

THE BRAGG PEAK

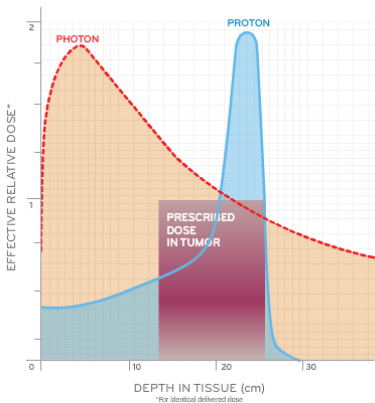




Justificación

Justificación

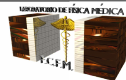
THE BRAGG PEAK



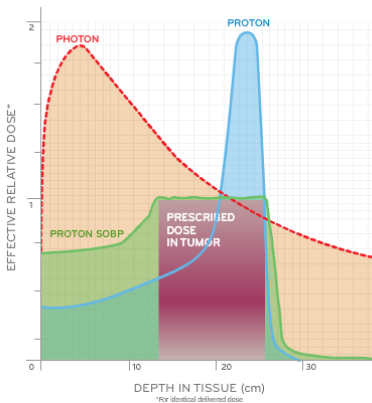


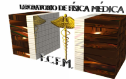
Justificación

Justificación



THE BRAGG PEAK

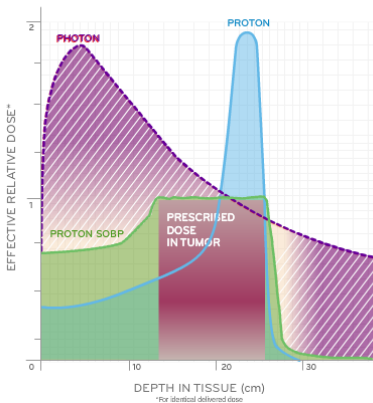


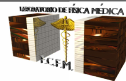


Justificación

Justificación

THE BRAGG PEAK





Justificación

Justificación

Iones de Carbono

- Presentan mayor daño biológico que los fotones: RBE^a & OER^b .
- Mejor conformación del haz (al igual que protones): escaneo.
- E.g. La tasa de control local durante 4 años para cánceres de cabeza y cuello^c:

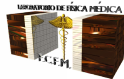
Fotones: 25 %

Fotones + Iones de Carbono: 75 %

^aRelative Biological Effectiveness

^bOxygen Enhancement Ratio

^cH Suit, *et.al* "Protons vs carbon ion beams in the definitive radiation treatment of cancer patients." *Radiother. Oncol* 95(1):3 22, 2010.



Justificación

Justificación

CENTRAL NERVOUS SYSTEM

Adult Low Grade Gliomas
 Pediatric Gliomas
 Acoustic Neuroma
 Recurrent or Unresectable Meningiomas
 Recurrent or Unresectable Craniopharyngioma
 Chordomas and Low Grade Chondrosarcoma
 Clivus and Cervical Spine Arteriovenous Malformations
 Pituitary Adenoma
 Posterior Fossa Tumors
 Brain Cancer

HEAD & NECK

Paranasal Sinus
 Nasopharynx
 Primary and Recurrent Esophageal Carcinoma
 Recurrent Carcinomas

ABDOMEN

Paraspinal Tumors
 Soft Tissue Sarcomas
 Pancreatic Cancer
 Hepatocellular Carcinoma
 Pediatric Malignancies

EYE & ORBIT

Uveal Melanoma
 *Macular Degeneration
 Choroidal Melanoma
 Retinoblastoma
 Choroidal Metastases
 Orbital Rhabdomyosarcoma
 Choroidal Hemangiomas
 Optic Glioma

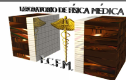
THORAX

Non Small Cell Lung Carcinoma
 Breast Cancer
 Early Stage-Medically Inoperable Paraspinal Tumors
 Soft Tissue Sarcomas
 Lymphoma

PELVIS

Early Stage Prostate Carcinoma
 Locally Advanced Prostate Carcinoma
 Locally Advanced Cervix Carcinoma
 Sacral Chordoma
 Recurrent or Unresectable Colorectal Carcinoma
 Recurrent or Unresectable Pelvic Masses
 Pediatric Malignancies
 Ewing's Sarcoma

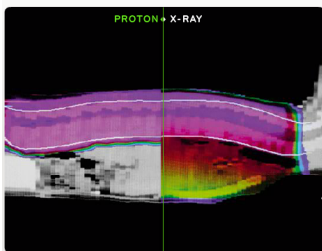




Justificación

Justificación

SAGITTAL VIEW



TRANSVERSE VIEW

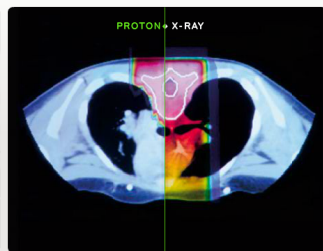
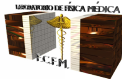


Figura: Irradiación de meduloblastoma en infante. (Francis H. Burr Proton Therapy Center, Massachusetts General Hospital.)

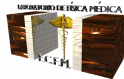


Justificación

Justificación

¿Cuándo son adecuadas?

- Tumores cerebrales pediátricos.
- Leucemias pediátricas y tumores sólidos.
- Tumores cerca del tallo cerebral
- Tumores de ojo y órbita.
- Tumores gastrointestinales (inoperables: hígado).
- Tumores radio-resistentes: Hipoxia



Costo/Beneficio de la Terapia de Hadrones





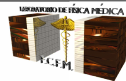
Costo/Beneficio

Costo/Beneficio

Hechos^a

- La radioterapia convencional (RC) es relativamente barata (5 % del costo del presupuesto global de oncología)
- RC avanzada ~ \$133040 (Tipo de protocolo, número de fracciones, haces por fracción, horas de operación por día, número de salas de tratamiento, equipo requerido y métodos de control de calidad)
- La terapia de hadrones (TH), es claramente superior.
- La TH puede ser costo-efectiva, si se considera el costo global.
- La TH es 2.4 veces mayor a la RC. Poca literatura al respecto

^aA. Peeters *et. al* "How costly is particle therapy? Cost analysis of external beam radiotherapy with carbon-ions, protons and photons" *Radiother Oncol* 95(1), 45-53, 2010



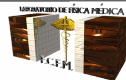
Costo/Beneficio

Costo/Beneficio

Costo general

	Fotones	Protones	Combinado
Construcción (M\$)	389.2	1611.5	2305.0
Operación anual (M\$)	159.7	414.1	610.4
Tratamiento por fracción (K\$)	3.9	12.3	18.8

Cuadro: A. Peeters *et. al* "How costly is particle therapy? Cost analysis of external beam radiotherapy with carbon-ions, protons and photons" *Radiother Oncol* 95(1), 45-53, 2010



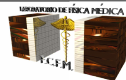
Costo/Beneficio

Costo/Beneficio

Ejemplos de tratamientos

Sitio del tumor	Fotones		Protones		Carbono	
	(K\$)	Fracc.	(K\$)	Fracc.	(K\$)	Fracc.
Próstata	302.00	39 (IMRT)	267.58	39	208.37	20
Pulmón	61.86	4 (SBRT)	205.88	10	166.80	4
	135.53	35 (3DRT)				
Cabeza y cuello	191.58	33 (IMRT)	658.71	32	500.23	16
BC Cordoma	232.32	30 (FSRT)	507.71	37	416.91	20

Cuadro: A. Peeters *et. al* "How costly is particle therapy? Cost analysis of external beam radiotherapy with carbon-ions, protons and photons" *Radiother Oncol* 95(1) 45-53, 2010



Costo/Beneficio

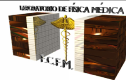
Costo/Beneficio

Cordoma en la base del cráneo

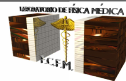
Tasa de control local a 5 años	Primer tratamiento	Recurrencia	Total
50 % (Fotones)	450673	677423	1128096
70 % (Carbono)	725068	406454	1131522

Cuadro: O. Jäkel *et. al* "On the cost-effectiveness of carbon ion radiation therapy for skull base chordoma." *Radiother Oncol* 83(2) 133-138, 2007

- Se consideró el tratamiento completo: cirugía, quimioterapia, hospitalización y recurrencia (ponderada por probabilidad de recurrencia).
- El costo del primer tratamiento incluye: cirugía \$182930 y hospitalización \$209538.



Conclusiones

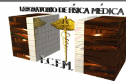


Conclusiones

Conclusiones

Conclusiones

- El costo de la Terapia de Hadrones (TH) es mucho mayor (3.6-4.2 veces) que el costo de la Terapia Convencional (TC).

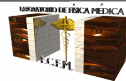


Conclusiones

Conclusiones

Conclusiones

- El costo de la Terapia de Hadrones (TH) es mucho mayor (3.6-4.2 veces) que el costo de la Terapia Convencional (TC).
- La TH ofrece un control tumoral superior a la TC.

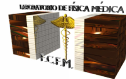


Conclusiones

Conclusiones

Conclusiones

- El costo de la Terapia de Hadrones (TH) es mucho mayor (3.6-4.2 veces) que el costo de la Terapia Convencional (TC).
- La TH ofrece un control tumoral superior a la TC.
- ¿Es aceptable el costo/beneficio de la TH?

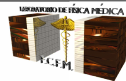


Conclusiones

Conclusiones

Conclusiones

- El costo de la Terapia de Hadrones (TH) es mucho mayor (3.6-4.2 veces) que el costo de la Terapia Convencional (TC).
- La TH ofrece un control tumoral superior a la TC.
- ¿Es aceptable el costo/beneficio de la TH?
- Claro que por su puesto que desde luego que SI

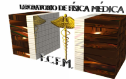


Conclusiones

Conclusiones

Conclusiones

- El costo de la Terapia de Hadrones (TH) es mucho mayor (3.6-4.2 veces) que el costo de la Terapia Convencional (TC).
- La TH ofrece un control tumoral superior a la TC.
- ¿Es aceptable el costo/beneficio de la TH?
- Claro que por su puesto que desde luego que SI
- El análisis presentado muestra que el costo del tratamiento total debe ser evaluado, **no solo el costo de la TH vs TC.**



Conclusiones

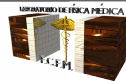
Conclusiones

Conclusiones

- El costo de la Terapia de Hadrones (TH) es mucho mayor (3.6-4.2 veces) que el costo de la Terapia Convencional (TC).
- La TH ofrece un control tumoral superior a la TC.
- ¿Es aceptable el costo/beneficio de la TH?
- Claro que por su puesto que desde luego que SI
- El análisis presentado muestra que el costo del tratamiento total debe ser evaluado, **no solo el costo de la TH vs TC.**
- Algo no cuantificable en dinero: el invaluable beneficio de los pacientes en términos de efectos secundarios que ofrece la TH.



Conclusiones



Una reflexión

"... firmó un contrato con I.I.I. Servicios para construir la Estela de Luz, por un monto de 393 millones 489 mil 970.34 pesos, IVA incluido, pero que los sucesivos convenios modificatorios han elevado el precio hasta mil 146 millones." *La Jornada* 27/03/2012.



Imagen: Miguel Ángel Parras