



CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA

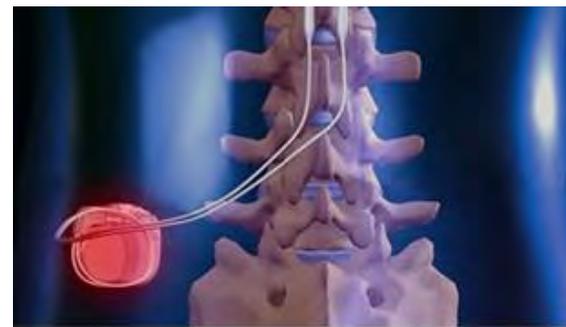


CONSIDERACIONES ANESTÉSICAS PERIOPERATORIAS- PERIPROCEDIMIENTOS DE PACIENTES PORTADORES DE SISTEMAS DE NEUROESTIMULACIÓN O INFUSIÓN

Amparo Izquierdo Aicart MIR

Juan Marcos Asensio Samper FEA

Servicio de Anestesia Reanimación y Tratamiento del Dolor
Consorcio Hospital General Universitario de Valencia



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua
Valencia 21 de Enero de 2019



1. INTRODUCCIÓN

2. TIPO DE DISPOSITIVOS. IEM.

3. ÁREA QUIRÚRGICA

1. Pre-procedimiento
2. Durante el procedimiento
 - Anestesia neuroaxial
3. Post-procedimiento

1. ÁREAS FUERA DE QUIRÓFANO

1. Resonancia magnética
2. Otros procedimientos

2. CASOS ESPECIALES:

1. Marcapasos y desfibrilación
2. Obstetricia



1.INTRODUCCIÓN

- La administración **intratecal de fármacos** y la **neuroestimulación medular** son terapias empleadas en el control de pacientes con dolor crónico severo e incapacitante refractario a otros tratamientos.
- **Alta prevalencia:** gran número de pacientes con dolor crónico o espasticidad
- Gran consumo de **recursos sanitarios:** cirugías, pruebas diagnósticas, ingresos...
- Como **anestesiólogos** debemos estar familiarizados con estos dispositivos para evitar posibles problemas derivados.
- **Problema:** múltiples casas comerciales y diferentes modelos de dispositivos, con sus características específicas.



Table 5. Commercially Available Neurostimulators and Leads.

Company	Device	Device type	Target	Approvals
BioControl Medical	CardioFit	Responsive stimulation of right vagus nerve	Right vagus nerve	EU
Bioness	H200 Wireless	Noninvasive prosthesis for functional electrical stimulation	Arm flexor, extensor muscles	EU, US
Bioness	L300	Noninvasive prosthesis for functional electrical stimulation	Peroneal nerve, anterior tibialis	EU, US
Bioness	L300 Plus	Noninvasive prosthesis for functional electrical stimulation	Quadriceps or hamstring	US
Bioness	StimRouter	External pulse transmitter, implanted lead	Median nerve	Pending US
Boston Scientific	Artisan 2 × 8 Surgical Lead	Paddle lead with 16 electrodes	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Boston Scientific	Infinion 16 Lead	Cylindrical lead with 16 electrodes	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Boston Scientific	Linear 8 Contact Lead	Cylindrical lead with 8 electrodes; 6-, 4-, or 1-mm spacing	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Boston Scientific	Precision Plus	Rechargeable, constant-current IPG	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Boston Scientific	Precision Spectra	IPG	Spinal cord	EU
Boston Scientific	Vercise	IPG	Brain	AU, EU
Cerbomed	NEMOS	Transcutaneous vagus nerve stimulator	Vagus nerve	EU
CerebralRx	FitNeS	IPG	Left vagus nerve	EU
CVRx	Barostim Neo	IPG	Right carotid artery	EU
CVRx	Rheos	IPG	Carotid arteries	EU
Cyberonics	VNS Therapy Generators	IPG	Left vagus nerve	CA, EU, US
Cyberonics	VNS Therapy Leads	Leads	Left vagus nerve	CA, EU, US
EndoStim	EndoStim	IPG	Lower esophageal sphincter	EU
EnteroMedics	Maestro RC	Rechargeable high-frequency IPG	Vagus nerve	AU, EU
EnteroMedics	Maestro RC leads	Anterior and posterior leads	Vagus nerve	AU, EU
ImThera	aura6000	Rechargeable IPG	Hypoglossal nerve	EU
IntraPace	abiliti	IPG	Stomach	EU
Medtronic	1 × 4 Percutaneous Leads	Cylindrical lead with four electrodes; 12-, 6- or 4-mm spacing	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Medtronic	1 × 8 Percutaneous Leads	Cylindrical lead with eight electrodes; 6-, 4- or 1.5-mm spacing	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Medtronic	4-Electrode Surgical Leads	Paddle lead with four electrodes	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Medtronic	8-Electrode Surgical Leads	Paddle lead with eight electrodes	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Medtronic	16-Electrode Surgical Leads	Paddle lead with 16 electrodes	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Medtronic	Activa PC	Dual-channel, nonrechargeable, constant-current/voltage IPG	Brain	AU, CA, EU, US
Medtronic	Activa RC	Dual-channel, rechargeable, constant-current/voltage IPG	Brain	AU, CA, EU, US
Medtronic	Activa SC	Single-channel, nonrechargeable, constant-current/voltage IPG	Brain	AU, CA, EU, US
Medtronic	DBS Lead 3387	Cylindrical lead with four electrodes, 1.5-mm spacing	Brain	AU, CA, EU, US
Medtronic	DBS Lead 3389	Cylindrical lead with four electrodes, 0.5 mm spacing	Brain	AU, CA, EU, US
Medtronic	Enterra	Nonrechargeable IPG	Stomach muscle	CA, EU, US
Medtronic	InterStim & InterStim II	Nonrechargeable IPG	Sacral nerve	AU, CA, EU, US
Medtronic	Itrel 4	Nonrechargeable constant-voltage IPG	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Medtronic	PrimeAdvanced	Nonrechargeable constant-voltage IPG	Spinal cord	

Medtronic	PrimeAdvanced	Nonrechargeable constant-voltage IPG	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Medtronic	RestoreAdvanced	Rechargeable constant-voltage IPG	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Medtronic	RestorePrime	Nonrechargeable constant-voltage IPG	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Medtronic	RestoreSensor	Rechargeable constant-voltage IPG	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Medtronic	RestoreUltra	Rechargeable constant-voltage IPG	Spinal cord	AU, CA, EU, US
Medtronic	Tined Leads 3889 & 3093	Cylindrical lead with four electrodes; 1.5- or 3.0-mm spacing	Sacral nerve	AU, CA, EU, US
Medtronic	Unipolar Intramuscular Lead	10-mm electrode	Stomach muscle	CA, EU, US
NeuroPace	RNS System	Responsive neurostimulator	Cortex	US
Neurostream	Neurostep	IPG	Leg peripheral nerves	EU
Nevro	8-Contact Percutaneous Leads	Cylindrical lead with eight electrodes	Spinal cord	EU
Nevro	Senza HF-SCS	Rechargeable high-frequency IPG	Spinal cord	EU
Second Sight	Argus II	Epiretinal prosthesis	Retina	EU
Spinal Modulation	Axiom	Constant-voltage IPG	Spinal cord, dorsal root ganglion	AU, EU
Spinal Modulation	Axiom Leads	Cylindrical leads	Spinal cord, dorsal root ganglion	AU, EU
St. Jude Medical	1-Column Paddle Lead	Paddle lead	Spinal cord	AU, EU, US
St. Jude Medical	2-Column Paddle Lead	Paddle lead	Spinal cord	AU, EU, US
St. Jude Medical	3-Column Paddle Lead	Paddle lead	Spinal cord	AU, EU, US
St. Jude Medical	5-Column Paddle Lead	Paddle lead	Spinal cord	AU, EU, US
St. Jude Medical	Brio	Rechargeable, dual-channel, constant-current IPG	Brain	AU, EU
St. Jude Medical	DBS Leads	Cylindrical lead with four electrodes; 1.5- or 0.5-mm spacing	Brain	AU, EU
St. Jude Medical	Eon	Rechargeable constant-current IPG	Spinal cord	AU, EU, US
St. Jude Medical	Eon	Rechargeable constant-current IPG	Peripheral nerves	AU, EU
St. Jude Medical	EonC	Nonrechargeable constant-current IPG	Spinal cord	AU, EU, US
St. Jude Medical	EonC	Nonrechargeable constant-current IPG	Peripheral nerves	AU, EU
St. Jude Medical	Eon Mini	Rechargeable constant-current IPG	Spinal cord	AU, EU, US
St. Jude Medical	Eon Mini	Rechargeable constant-current IPG	Peripheral nerves	AU, EU
St. Jude Medical	Genesis	Nonrechargeable IPG	Spinal cord	AU, EU, US
St. Jude Medical	Genesis	Nonrechargeable IPG	Peripheral nerves	AU, EU
St. Jude Medical	Libra	Single-channel, constant-current, nonrechargeable IPG	Brain	AU, EU
St. Jude Medical	Libra XP	Dual-channel, constant-current, nonrechargeable IPG	Brain	AU, EU
St. Jude Medical	Percutaneous Leads	Cylindrical lead	Spinal cord	AU, EU, US
St. Jude Medical	Percutaneous Leads	Cylindrical lead	Peripheral nerves	AU, EU

AU, Australia; CA, Canada; DBS, deep brain stimulation; EU, European Union; IPG, implantable pulse generator; US, United States.

Neuromodulation 2014; 17: 515–550

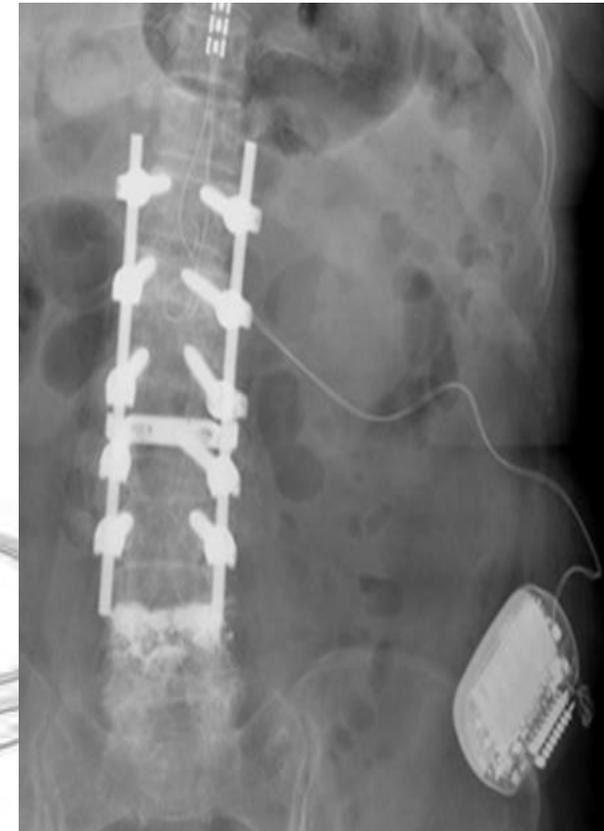
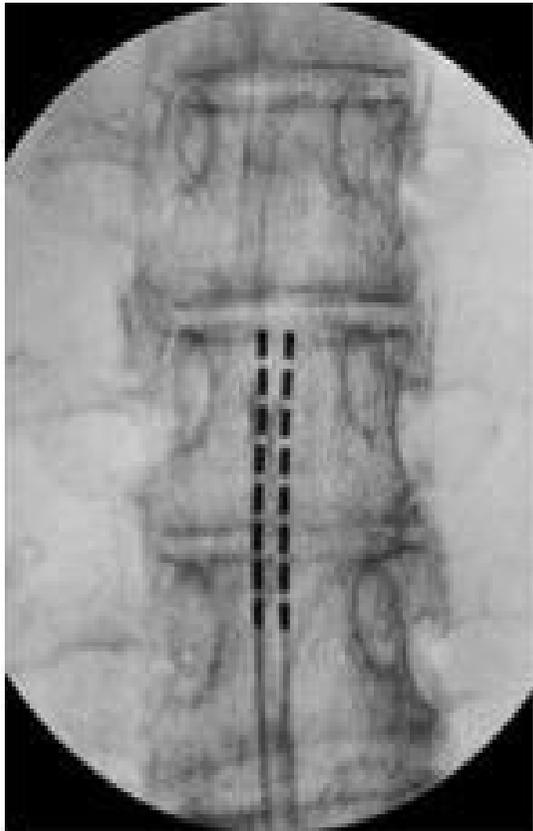


2.TIPOS DE DISPOSITIVOS: Neuroestimulación

FDA: Dolor crónico neuropático de raquis y miembros, síndrome de raquis postquirurgico cervical-lumbar, SDRC. Otras: angina crónica intratable, enfermedad vascular periférica, dolor neuropático periférico, dolor visceral

Medtronic	Boston Scientific	St. Jude Medical	Nevro	Spinal Modulation
Restore Sensor® SureScan® MRI y cable Vectris® SureScan MRI ¹	Precision Spectra™ ²	Prodigy MRI™ ³	Senza® ⁴	Axiom™ ⁵

2.TIPOS DE DISPOSITIVOS: Neuroestimulación



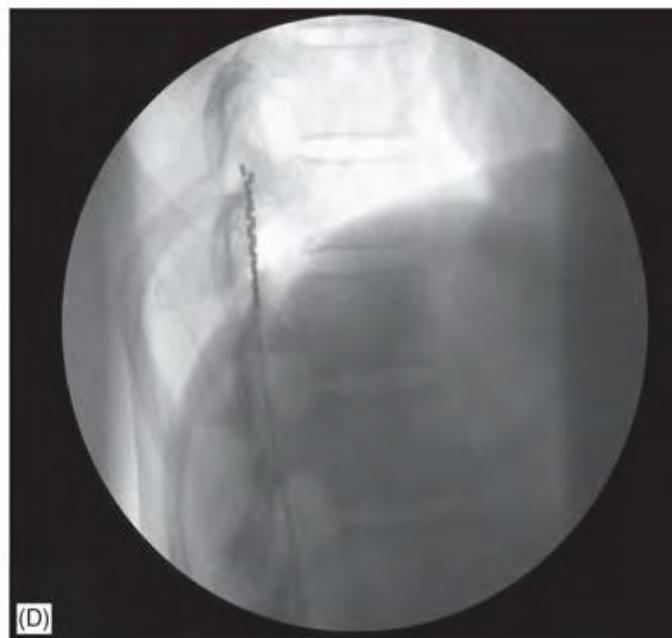
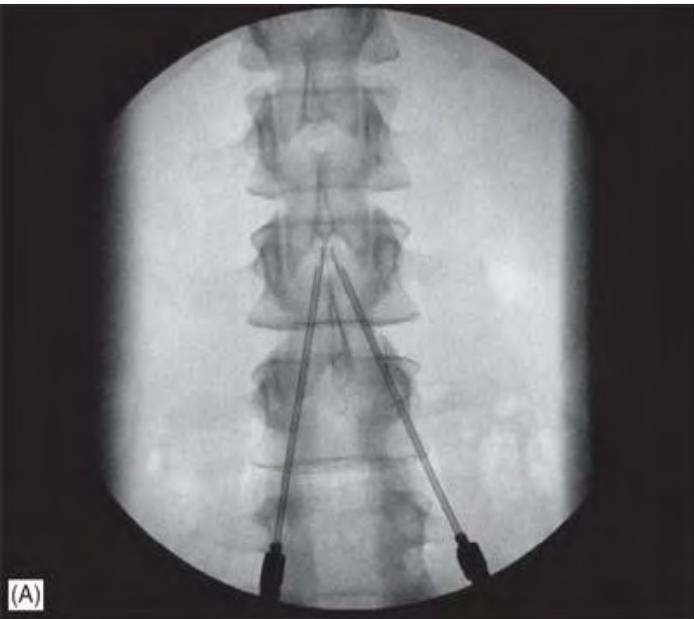
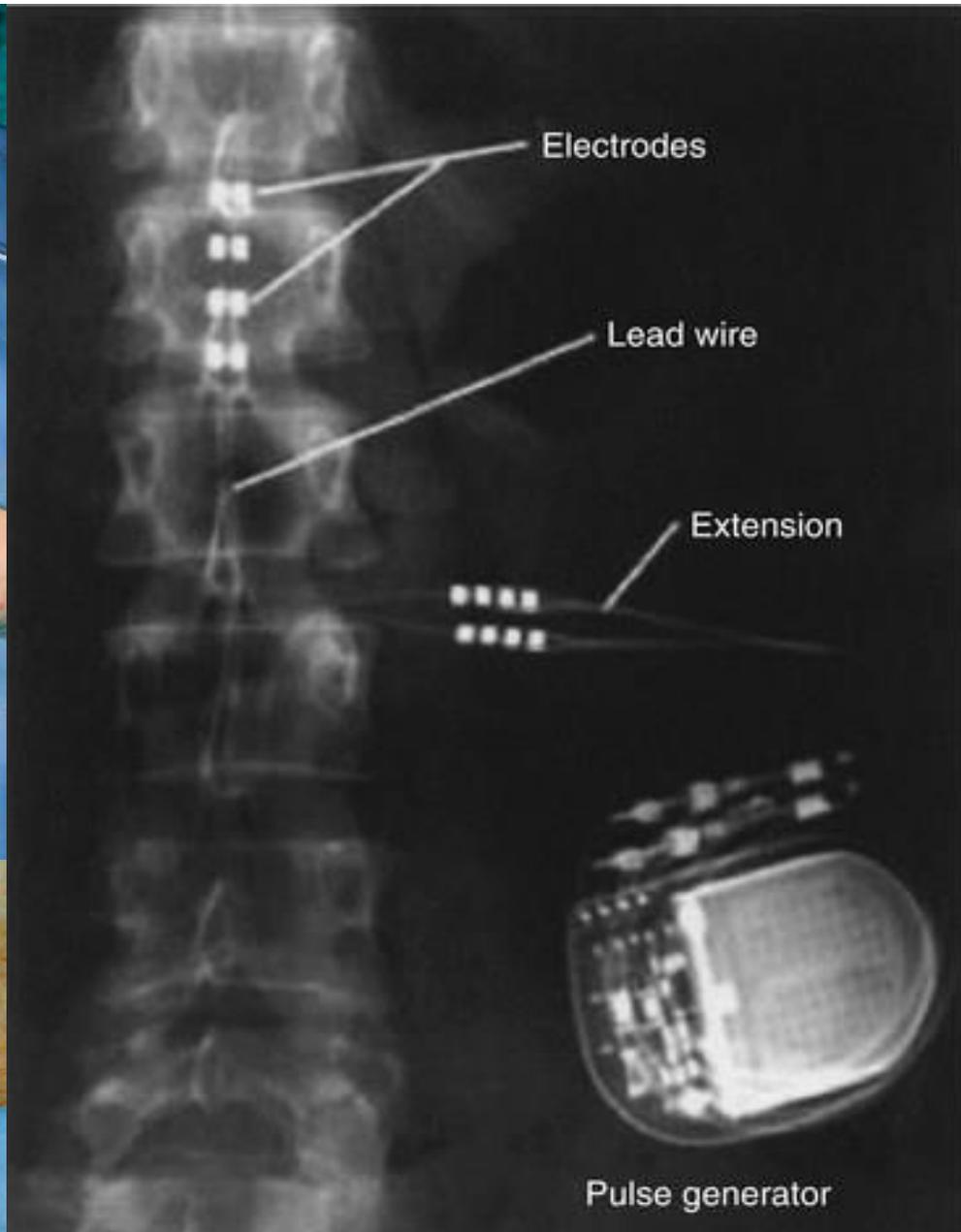
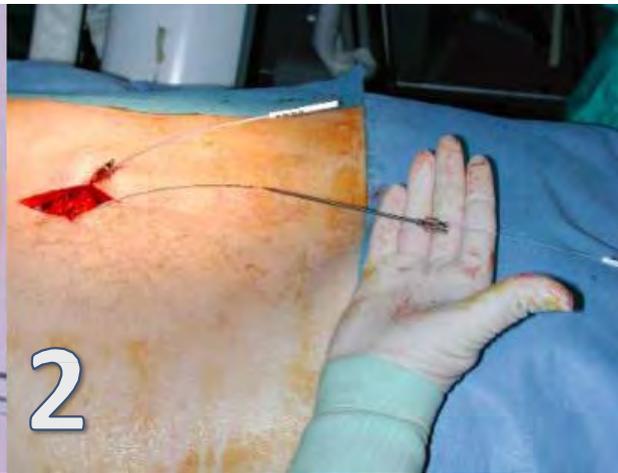
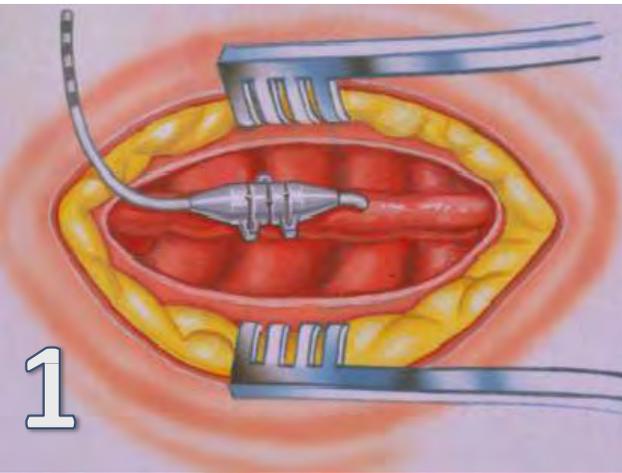


Table 9.1. Targets for lead placement.

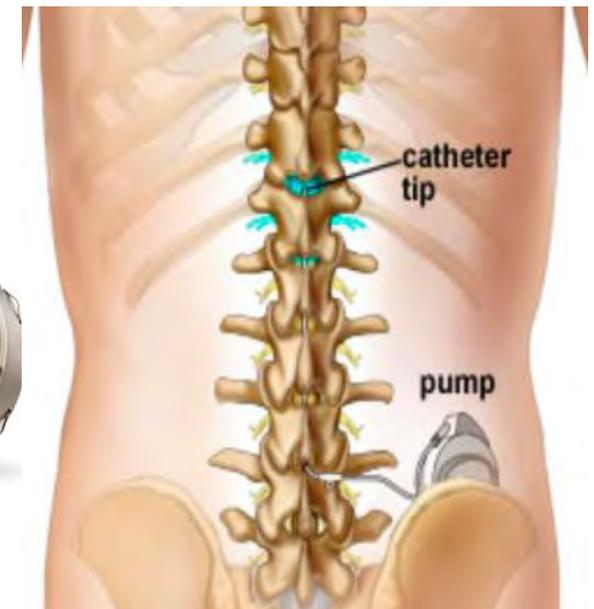
Cervical	
C2	Face, below the maxillary region
C2 to C4	Neck, and shoulder to hand
C4 to C7	Forearm to hand
C7 to T1	Anterior shoulder
Thoracic	
T1 to T2	Chest wall
T5 to T6	Abdomen
T7 to T9	Back and legs
T10 to T12	Limb
L1	Pelvis
T12, L1	Foot
L5, S1	Foot, lower limb
S2 to S4	Pelvis, rectum
Sacral hiatus	Coccyx



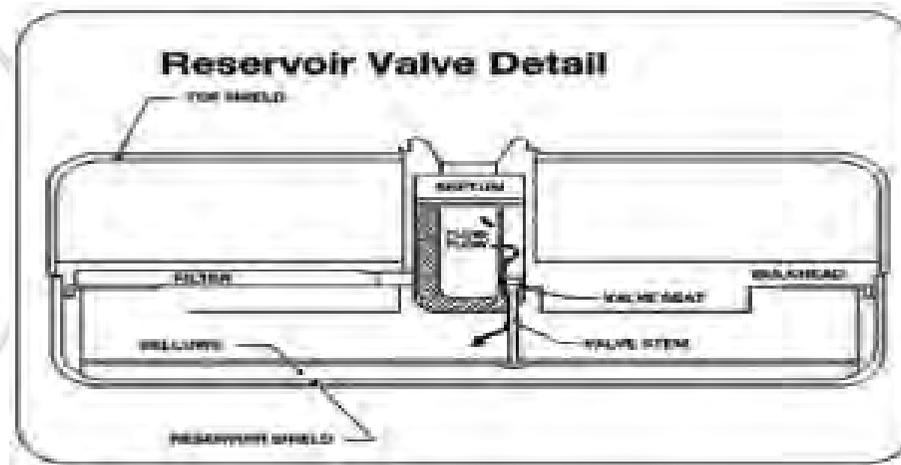
2.TIPOS DE DISPOSITIVOS: Infusión Intratecal

FDA: Baclofeno para espasticidad. Morfina y Ziconotide para dolor crónico maligno o benigno refractario de carácter nociceptivo, neuropático o síndromes mixtos.

- Otros fármacos usados off-label sólo o en combinación.
- **Medtronic** (Synchromed II[®]), **Flowonix** (Prometra[®])
- La mas común: Synchromed II[®]
- Duración 5-7 años.
- Relleno cada 1-6 meses (según depósito y fármaco)



2.TIPOS DE DISPOSITIVOS: Infusión Intratecal



Gas presurizado. Aumento de T° genera aumento de P_{gas} lo que puede provocar aumento de dispensación (hasta 15%). Altitud elevada lo contrario.





Table 12. Cancer or Other Terminal Condition-Related Pain With Localized Nociceptive or Neuropathic Pain.

Line 1A	Ziconotide			Morphine		
Line 1B	Fentanyl			Morphine or fentanyl + bupivacaine		
Line 2	Hydromorphone	Hydromorphone + bupivacaine		Hydromorphone or fentanyl or morphine + clonidine		Morphine or hydromorphone or fentanyl + ziconotide
Line 3	Hydromorphone or morphine or fentanyl + bupivacaine + clonidine	Ziconotide + bupivacaine		Ziconotide + clonidine		Hydromorphone or morphine or fentanyl + bupivacaine + ziconotide
Line 4	Sufentanil + ziconotide	Sufentanil + bupivacaine	Baclofen	Sufentanil + clonidine		Bupivacaine + clonidine + ziconotide
Line 5	Sufentanil + bupivacaine + clonidine					Sufentanil
Line 6	Opioid* + bupivacaine + clonidine + adjuvants [†]					Bupivacaine + clonidine

*Opioid (all known intrathecal opioids).

[†]Adjuvants include midazolam, ketamine, octreotide.

INTRATHECAL THERAPY BEST PRACTICES AND GUIDELINES Neuromodulation 2017

Table 14. Cancer or Other Terminal Condition-Related Pain With Diffuse Nociceptive or Neuropathic Pain.

Line 1A	Ziconotide			Morphine		
Line 1B	Hydromorphone			Morphine or hydromorphone + bupivacaine		
Line 2	Hydromorphone or morphine + clonidine			Morphine or hydromorphone + ziconotide		
Line 3	Hydromorphone or morphine or fentanyl + bupivacaine + clonidine	Ziconotide + bupivacaine		Ziconotide + clonidine		Hydromorphone or morphine or fentanyl + bupivacaine + ziconotide
Line 4	Sufentanil + ziconotide	Baclofen	Sufentanil + bupivacaine	Sufentanil + clonidine		Bupivacaine + clonidine + ziconotide
Line 5	Sufentanil + bupivacaine + clonidine		Sufentanil + bupivacaine + ziconotide			Sufentanil + clonidine + ziconotide
Line 6	Opioid* + bupivacaine + clonidine + adjuvants [†]					

*Opioid (all known intrathecal opioids).

[†]Adjuvants include midazolam, ketamine, octreotide.



Table 16. Noncancer-Related Pain With Localized Nociceptive or Neuropathic Pain.

Line 1A	Ziconotide		Morphine	
Line 1B	Fentanyl		Fentanyl + bupivacaine	
Line 2	Fentanyl + clonidine	Hydromorphone or morphine + bupivacaine	Fentanyl + bupivacaine + clonidine	Bupivacaine
Line 3	Fentanyl + ziconotide + bupivacaine	Morphine or hydromorphone + clonidine	Ziconotide + clonidine or bupivacaine or both	Bupivacaine + clonidine
Line 4	Sufentanil + bupivacaine or clonidine	Baclofen	Bupivacaine + clonidine + ziconotide	
Line 5	Sufentanil + bupivacaine + clonidine		Sufentanil + ziconotide	

INTRATHECAL THERAPY BEST PRACTICES AND GUIDELINES Neuromodulation 2017**Table 18.** Noncancer-Related Pain With Diffuse Nociceptive or Neuropathic Pain.

Line 1A	Morphine		Ziconotide*	
Line 1B	Hydromorphone		Morphine or hydromorphone + bupivacaine	
Line 3	Hydromorphone or morphine + clonidine		Fentanyl + bupivacaine	Ziconotide + morphine or hydromorphone
Line 4	Hydromorphone or morphine + bupivacaine + clonidine	Fentanyl + ziconotide	Sufentanil + bupivacaine or clonidine	Ziconotide + clonidine or bupivacaine or both
Line 5	Fentanyl or sufentanil + bupivacaine + clonidine		Sufentanil + ziconotide	Baclofen
Line 6	Opioid + ziconotide + bupivacaine or clonidine			

* could be first choice in patients with >120 morphine equivalents or fast systemic dose escalation, in the absence of history of psychosis.



	BACLOFENO	MORFINA	ZICONOTIDE
Lugar de acción	Receptores espinales GABA	Receptores de opioides en la médula	Bloqueador de los Canales de Ca tipo N de los nervios nociceptivos de la medula.
Infradosificación o retirada	<p>Espasticidad, prurito, hipotensión, parestesia, fiebre, labilidad hem, rigidez, delirium.</p> <p>Riesgo: disreflexia autonómica, HT maligna, síndrome neuroleptico</p> <p>Emergencia vital Tto: Ad baclofeno oral, propofol, BZD.</p>	<p>Ansiedad, mialgias, insomnia, fiebre, empeoramiento del dolor.</p> <p>Tto: cambios en la dosificación o ad medicación equivalente.</p>	No síntomas de retirada.
Sobredosificación	<p>Somnolencia, mareo, depresión respiratoria, convulsiones, Delirium y coma reversible.</p> <p>Tto: Soporte HD y respiratorio.</p>	<p>Confusión, sedación, depresión respiratoria, convulsiones</p> <p>Soporte vía aérea y reversión con Naloxona. Resedación frecuente.</p>	<p>Hipotensión postural. Nausea, mareo, debilidad, Somnolencia, alteración en la visión . Psicosis, ideas suicidas. Tto: Cloruro cálcico.</p>

Si sobredosificación → Soporte. Contactar con personal de dolor y consultar técnico de casa comercial.



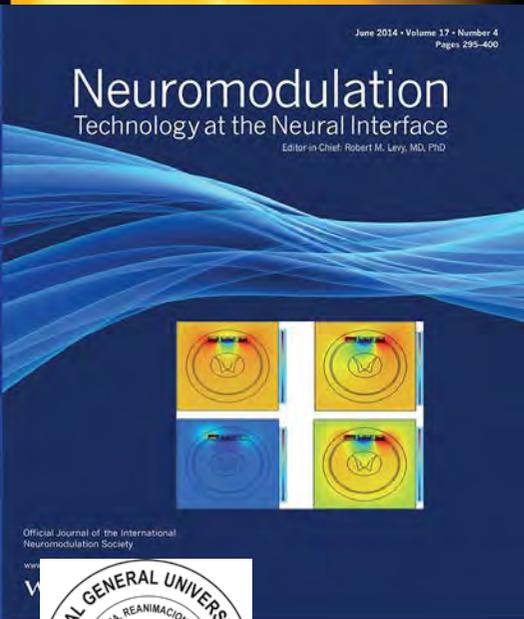
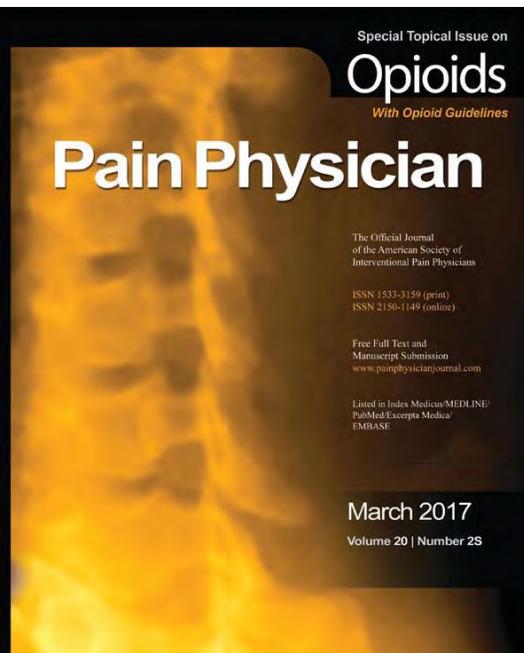
3. Áreas de riesgo de IEM



¿Qué son las Interferencias Electromagnéticas (IEM)?

- Las **IEM** son señales eléctricas de origen no fisiológico que afectan o pueden afectar a la función de un sistema implantable para control del dolor (NES o BII). Pueden provocar daño del dispositivo, calentamiento, estimulación dolorosa o cambios en el flujo de la BII.
- Las **IEM** son exógenas al cuerpo humano y se clasifican en galvánicas, electromagnéticas y magnéticas.
 - Galvánicas: desfibrilación externa, cardioversión, desfibrilación, terapia electroconvulsiva, electrocuaterio, neuroestimuladores, etc
 - Electromagnéticas
 - Magnéticas: RNM





Literature Review

2017

Anesthetic Considerations and Perioperative Management of Spinal Cord Stimulators: Literature Review and Initial Recommendations

Michael E. Harned, MD, Brandon Gish, MD, Allison Zuelzer, MD, and Jay S. Grider, DO, PhD

Neuromodulation: Technology at the

Received: May 31, 2018 Revised: August 22, 2018 Accepted: September 14, 2018

Set. 2018

(onlinelibrary.wiley.com) DOI: 10.1111/ner.12880

Perioperative and Periprocedural Care of Patients With Intrathecal Pump Therapy

Weston Nadherny, MD*; Brooke Anderson, DNP, RN[†]; and Alaa Abd-Elsayed, MD, MPH[‡]

3.1.PRE-PROCEDIMIENTO

UDO: 437654.

Neuroestimuladores	<ul style="list-style-type: none">- Solicitar Rx AP y lateral- Programar por la mañana.- Interconsulta a UDO día de la intervención.- Solicitar CARNET DE DISPOSITIVO: anotar casa comercial de y modelo de dispositivo (Medtronic/Boston/Nevro)
Bombas intratecales	<ul style="list-style-type: none">- Solicitar Rx AP y lateral- Programar por la mañana.- Interconsulta a UDO día de la intervención.- Solicitar CARNET DE DISPOSITIVO: anotar casa comercial y marca, año del implante, modelo y SOLICITAR HOJA DE LECTURA DE BOMBA)→ fármaco, dosis diaria, concentración y ritmo de infusión, fecha de última y próxima evaluación, <i>En bomba de morfina conversión subaracnoidea a dosis iv ratio 1:100 (0,1 mg intratecal→ 10 mg iv)</i>



INFORME DE LECTURA DE BOMBA DE INFUSIÓN

Informe de datos de sesión

2240 SynchronMed II II
Sesión de programación

Datos del paciente

Identif. paciente
448014

Nombre

Apellido

No. de serie de la bomba

NO194249h

No. de modelo de la bomba

8817-20 20 ml

constant. calib.

133

Información sobre el catéter

Modelo de catéter

8781

Segmento de la bomba

Volumen/cm

0.0022 mL/cm

Longitud

73.7 cm

Cortado

44.0 cm

Implantado

28.7 cm

Segmento intratecal

Volumen/cm

0.0022 mL/cm

Longitud

66.0 cm

Cortado

33.5 cm

Implantado

22.5 cm

Volumen total del catéter

0.122 mL

Valores actuales

Fecha de examen

07/11/2018 DD/MM/AAAA 09:49

Ultimo cambio

20/05/2018 DD/MM/AAAA 06:40

Fármaco para infusión

Fármaco

Concentración

1 MORFINA

5.0 mg/mL

Modo de infusión

Simple continuo

Fármaco

Dosis diaria

1 MORFINA

8.9498 mg/día

ERI estimado

21 Meses

Volumen depósito

1.8 mL

Volumen de alarma depósito bajo

1.0 mL

Intervalo de rellenado

7 días

Fecha de alarma depósito bajo

14/11/2018 DD/MM/AAAA

Intervalo crítico

01:00 h:m

Intervalo no crítico

01:00 h:m

Estado bomba tras actualización

Ultimo cambio

07/11/2018 DD/MM/AAAA 09:49

Fármaco para infusión

Fármaco

Concentración

1 MORFINA

5.0 mg/mL

Modo de infusión

Cambio en la dosis diaria

10 % Aumentar

Simple continuo

Fármaco

Dosis diaria

1 MORFINA

9.8481 mg/día

ERI estimado

21 Meses

Volumen depósito

20.0 mL

Volumen de alarma depósito bajo

1.8 mL

Intervalo de rellenado

153 días

Fecha de alarma depósito bajo

13/04/2018 DD/MM/AAAA

Intervalo crítico

01:00 h:m

Intervalo no crítico

01:00 h:m

Fármaco y concentración

Dosis diaria del fco

Fecha fin del fco



Características propias de la bomba y catéter implantado



3.2.DURANTE PROCEDIMIENTO

Ante urgencia se solicitará al paciente que apague el dispositivo con su propio mando

Neuroestimuladores

- ✓ Programar EME a la mínima amplitud y apagar (UDO o técnico)
- ✓ Usar bisturí bipolar
- ✓ Si monopolar → mínima energía, < 20 cm del generador y placa alejada del generador y electrodos, perpendicular.
- ✓ Anestesia neuroaxial no contraindicada.
- ✓ ECG artefactado si NES funcionando.

Bombas de infusión intratecal

- ✓ Asegurar que la Bomba de Infusión Interna funciona correctamente antes del inicio de la cirugía (UDO). Se continuará con terapia intratecal → síntomas de retirada (Baclofeno y opioides)
- ✓ Necesidad de analgesia complementaria → titular cuidadosamente dosis de opioides intraoperatorios en pacientes con dispensación intratecal de baclofeno o morfina para evitar síntomas de sobredosificación. Recordar relación 1:100.
- ✓ Precaución en uso de sistemas de calentamiento externo (evitar > 39º C)
- ✓ Cuidado en el posicionamiento
- ✓ Conocer estatus basal para identificar síntomas de sobredosificación
- ✓ Mismas recomendaciones electrocauterio.
- ✓ Anestesia neuroaxial no contraindicada. Máxima asepsia



3.2. INTRAOPERATORIO ANESTESIA NEUROAXIAL

- No contraindicación anestesia epidural/espinal pero uso con precaución.
- Examinar radiografías previas e introducir la aguja un espacio o dos por debajo de la entrada del catéter/ electrodos.
- EME: Si técnica epidural con catéter se recomienda que el extremo distal del mismo no alcance en ningún momento los electrodos percutáneos.
- Uso de US puede servir para asegurar no contacto con catéter/ electrodos
- Máxima asepsia durante la técnica→ Infección SNC obligaría a retirar dispositivo
- La presencia de fibrosis alrededor de los electrodos puede distorsionar la distribución lógica de los fármacos administrados por vía epidural→ riesgo de fracaso de la técnica



Si no disponemos de Rx se dará por supuesto que los electrodos estarán dispuestos en T6-T11 (target zona lumbar y miembros inferiores) o C2-C6 (target zona cervical y miembros superiores)

3.2. INTRAOPERATORIO ANESTESIA NEUROAXIAL

- En la mayoría de procedimientos necesidad de introducir catéter en niveles superiores (T6-T10) que es dónde más frecuentemente se colocan los electrodos del EME→ riesgo de daño del dispositivo y de fallo de la técnica.

- ✓ En los casos de anestesia epidural en dermatomas superiores → mayor riesgo que beneficio
- ✓ En los demás casos usar con precaución.

Localización del dolor	Nivel de introducción	Punta de electrodo
Raiz sacra	L4-S1	S3
Pies	L2-L3	T10-T11
Ext. Inferior	T12-L1	T9-T10
Zona lumbar	L1-L2	T9-T10
Pared torácica	T4-T6	T1-T2
Ext. Superior	T1-T3	C5-C6
Hombro	T1-T2	C2-C4

Guía española de Neuroestimulación



3. POSTOPERATORIO

Neuroestimuladores	Interrogar el dispositivo tras intervención y reprogramar a valores previos (UDO o técnico)
Bombas intratecales	Interrogar el dispositivo para asegurar correcto funcionamiento. Analgesia postoperatoria → titular dosis de opioides en bombas de morfina y baclofeno) → riesgo de sobredosificación



4. FUERA DE QUIRÓFANO: RESONANCIA MAGNÉTICA

MR Item Classification System ratings

MR Safe: Items pose no known hazards in all MR environments and are indicated by a green and white icon.

MR Conditional: Items do not pose any known hazards in a specific MR environment with specific conditions of use. The icon consists of "MR" inside of a yellow triangle.

MR Unsafe: Items such as any magnetic item, are unsafe in all MR environments. Unsafe icon features a "MR" inside of a red circle with a bar through it.



Se estima que la necesidad de una RM espinal en un paciente al que se le implanta un EME a los 5 años es del 82-84%

Posibles interferencias (aunque dispositivo off) :

- Calentamiento de los electrodos o generador o bomba → Posible daño nervioso
- Movimiento de rotación/torsión → daño de los tejidos de alrededor.
- Salida del bolsillo y efecto misil
- Daño del dispositivo
- Cambios en la programación
- Estimulación no deseada
- Sobredosis por salida de medicación del reservorio

Además distorsión de la imagen de la RM por el propio dispositivo → especialmente en los tejidos alrededor de este.



4.1 RESONANCIA MAGNÉTICA: Neuroestimuladores medulares

- Se necesitan de cumplir determinadas condiciones para RM
- Diferencias entre fabricantes y modelos → Antes de 2013 no posible realizar RM de cuerpo entero
- Posteriormente aparecen → EME RM condicionales compatibles con cuerpo entero → se pueden programar en *modo RM*.

Nuevos *RM condicionales* cuerpo entero:

Metronic's SureScan®
Boston Scientific's Precision®
Stimwave's Freedom®
St.Jude's Proclaim®
Nevro Senza HF10 therapy®

**IDENTIFICAR FABRICANTE Y MODELO
PARA VER TIPO DE RM Y
CONDICIONES SE NECESITAN**



Dispositivos
Modo RM

RM
condicio
nales

First author [Ref.], year	Device	Study	MRI	Patients	AEs
De Andres [9], 2014	2 MRI conditional Vectris Sirescan leads in thoracic region with Restore sensor IPG (Medtronic); IPG location not specified	Case study	1.5-tesla MRI thoracic and lumbar spine Sagittal T ₁ , T ₂ , stir and axial T ₂	1	None
Mutter [2], 2013	Medtronic SCS leads in thoracic region (not MRI conditional but leads otherwise not specified) with IPG (Prime Advances, Itriel 3, Restore Ultra, Synergy) in buttocks (IPG deactivated prior to MRI and checked after MRI)	Prospective	1.5-tesla MRI spine; SAR restricted to <0.74 W/kg T ₂ axial, coronal and sagittal; T ₁ sagittal	13 with 16 MRIs	3 patients with warmth at electrodes and 1 with intermittent LE tingling
Moens [12], 2012	Medtronic 565 in thoracic region externalized (no IPG)	Prospective safety study with non-MRI conditional devices	1.5-tesla brain MRI (T ₁ TFE M2D, T ₁ TFE 3D, FFE EPI, MS, IR TSE MS, fMRI), and 3-tesla brain MRI (T ₁ TFE 3D, FFE EPI, MS, SE EPI, MS, PRESS, SV, IR TSE MS, MRS, fMRI)	40 patients	None
De Andres [11], 2007	1 or 2 four-electrode leads in cervical or lumbar region and an Itriel III [®] or Synergy [®] (Medtronic Inc., Minneapolis, Minn., USA) IPG (location not specified); IPG turned off at 0 V prior to MRI and checked following MRI	Prospective safety study with non-MRI conditional devices	1.5-tesla MRI, cervical, thoracic, lumbar, brain receiver coils for spine scans and head transmit coil for brain scans; SAR <0.9 W/kg	31 patients	2 IPG malfunctions necessitating surgical revision; 5 patients felt stimulation; 2 patients felt IPG warmth; 4 patients had programming change; 1 patient had increased impedances; 1 patient required decreased amplitude after

AEs = Adverse events; SAR = specific absorption rate; LE = left extremity; IPG = internal pulse generator; TFE = turbo field echo; M2D = multi-2-dimensional; fMRI = functional magnetic resonance imaging; FFE = fast field echo; EPI = echo planar imaging; MS = multislice; SE = spin echo; IR = inversion recovery; TSE = turbo spin echo; GE = gradient echo; MRS = magnetic resonance spectroscopy; PRESS = point resolved spectroscopy; SV = single voxel.



Pasos propuestos con los dispositivos RM compatibles de cuerpo entero:

Pre-MRI phase

Identify information about MRI scan-type eligibility in the screen of programmer	To avoid patient's injury
SCS system programmed in the MRI conditionally safe (MRI-CS) " <u>MRI mode</u> " which turns stimulation off	To exclude any SCS malfunction prior to MRI exposure
MRI settings	
Static magnetic field not >1.5 T	—
Specific absorption rate <2 W/kg	To avoid tissue heating around the implanted device
Use pulse sequences with the lowest dB/dt possible	To avoid induced currents
Avoid sequences of steady state free precession and echo planar image type	To avoid rapid changes in magnetic field gradients which can lead to warming or stimulation
During MRI exposure	
<u>Patient instructed to report any unusual sensations perceived during the procedure equipped with an alarm handheld device</u>	
Direct communication and visual contact with the patient	
<u>Patient to be introduced very slow in the magnetic field</u>	To avoid unintentional SCS displacement
Ensure that the neurostimulator is not oriented 90° with respect to the z-axis of the MRI scanner or close to the MRI bore wall	To avoid damage and to minimize vibration

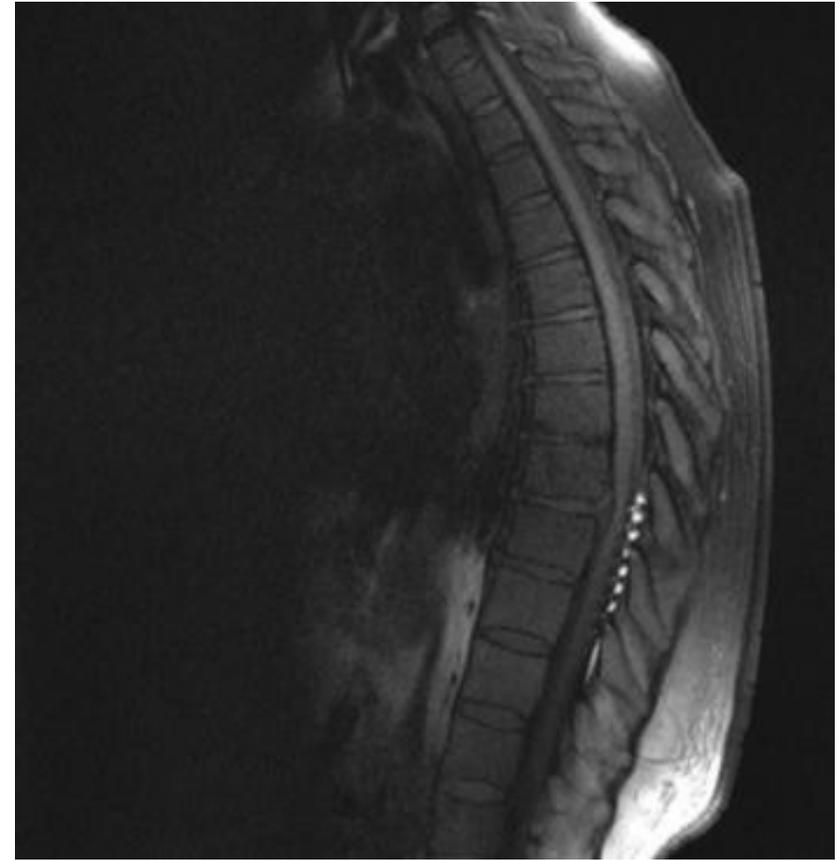
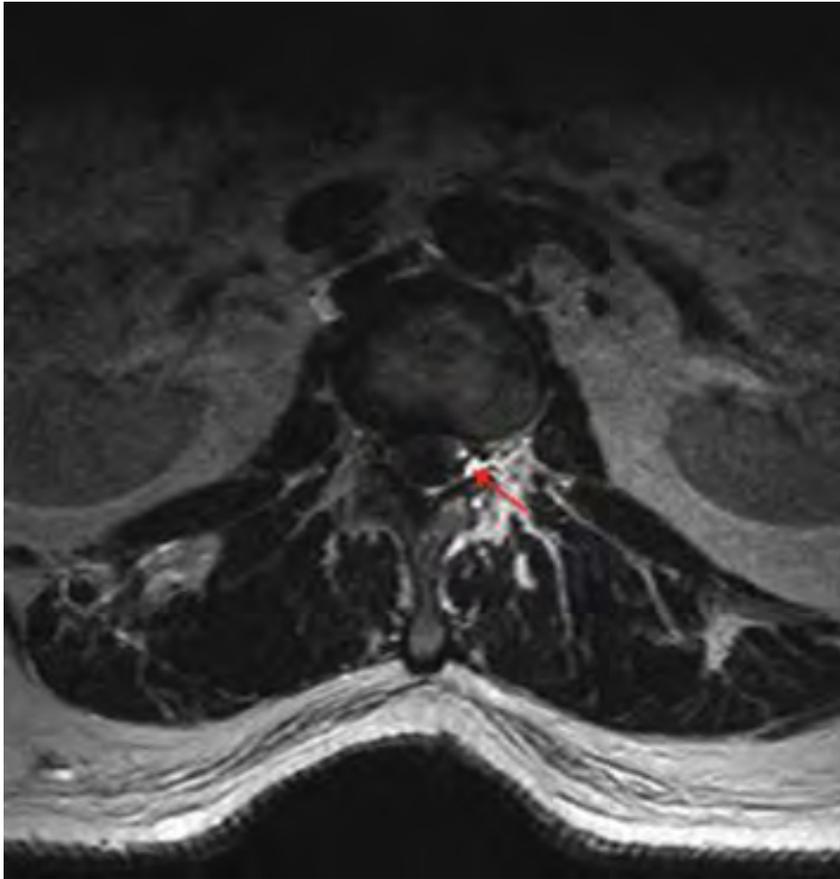
Post-MRI phase

Patient feedback	Verification that the patient has not experienced adverse effects as a result of the MR
<u>Clinician performs telemetry</u> for managing the patient's neurostimulation system	To exclude any system error messages and to restore pre-MRI settings. Turn stimulation on

MRI = magnetic resonance imaging; SCS = spinal cord stimulator.

De Andrés et al. 2014





De Andrés et al. 2014



Recomendaciones en caso de RM y EME:

- Identificar fabricante y modelo de dispositivo
- Leer manual para saber que tipo de RM es posible (si cuerpo entero o parte) y bajo que condiciones se debe realizar.
- Se apagará dispositivo o se pondrá modo RM
- Mantener al paciente sin sedación para reportar cualquier síntoma
- Telemetria tras procedimiento
- Si se necesita RM y el paciente no dispone de la documentación del dispositivo → Posponer
- Si RM emergente y no documentación → valorar riesgo/beneficios. Posibilidad de pruebas de imagen alternativas



4.1 RESONANCIA MAGNÉTICA: Bombas intratecales

- El campo magnético pausa mientras dura el procedimiento la infusión de la bomba, restableciéndose cuando termina la exposición → interrogar tras procedimiento para asegurar su reiniciado (sobre todo si baclofeno → retirada puede ser una emergencia)
- Hay que diferenciar marca y modelo de bomba de infusión intratecal



Table 1. Adapted From Manufacturer Input, Adapted From Prager et al., With Use of Manufacturer Data (2).

Device	MRI conditional safe	Static magnet strength	Guidance
Synchromed II Synchromed EL (Medtronic)	Yes	1.5T, 3T	<ul style="list-style-type: none">• <u>Pump should not be emptied or turned off prior to scan.</u>• Pump will alarm and automatically restart within 24 hours, usually within 20 min if delivering at least 00.48 mL/day; interrogation to confirm status is recommended.• No Z-axis orientation.• Do not program to "stopped" position prior to scan.
Prometra (Flowonix)	Yes	1.5T	<ul style="list-style-type: none">• <u>Warning: failure to empty the pump prior to exposure to MRI environment could result in drug overdose</u> that could lead to serious patient injury or death. Upon the completion of an MRI procedure, interrogate the pump with the programmer to verify pump operation and settings. Confirm that settings are unchanged from the pre-MRI settings, e.g., flowrate must be 0.0 mg/day.• Warning: If pump status cannot be properly confirmed, do not proceed as the pump is not operating properly and should be explanted and replaced.

Neuromodulation 2018



The Safety of Magnetic Resonance Imaging in Patients with Programmable Implanted Intrathecal Drug Delivery Systems: A 3-Year Prospective Study

Jose De Andres, MD, PhD, EDRA, FIPP,* Vicente Villanueva, MD,* Stefano Palmisani, MD,*†
German Cerda-Olmedo, MD, PhD,* Maria Dolores Lopez-Alarcon, MD,* Vicente Monsalve, PhD,*
Ana Minguez, PhD,* and Vicente Martinez-Sanjuan, MD*

CONCLUSION: Performing an MRI scan with the proposed protocol in patients with an implanted Medtronic programmable IDD system resulted in virtually no technical or medical complications. (Anesth Analg 2011;112:1124-9)

- La bombas fueron vaciadas y paradas previamente.
- Ningún paciente describió ninguna sensación ni se observaron efectos adversos.
- Se revisó a los 120 ' y 3 meses.



Protocolo propuesto para realizar RM en un paciente con DIT:

Action	Reason
Before MRI exposure	
AP and lateral radiograph projection of IDD (both pump and catheter)	To check baseline pump, catheter, and internal rotor position
Telemetry	To exclude any pump malfunction before MRI exposure
MRI settings	
Static magnetic field not >1.5 T	—
Specific absorption rate <0.9 W/kg	To avoid tissue heating around the implanted device
Use pulse sequences with the lowest dB/dt possible	To avoid induced currents
Avoid sequences of steady-state free precession and echo planar image type	To avoid rapid changes in magnetic field gradients that can lead to warming or stimulation
Before MRI exposure	
Stop and empty the IDD	To avoid any accidental drug overinfusion during the scan
During MRI exposure	
Patient to be introduced very slowly in the magnetic field	To avoid unintentional IDD displacement
Ensure that the pump is not oriented 90° with respect to the z-axis of the MRI scanner (i.e., with refill port facing patient's head or feet)	To avoid permanent pump damage (irreversible internal pump motor magnets demagnetization)
End of the MRI exposure	
Telemetry	To exclude any system error messages and to restore pre-MRI settings
Pump refill and start infusion	—
120 min after MRI exposure	
AP and lateral radiograph view of IDD (both pump and catheter)	To assess possible displacement of any of the IDD components
Telemetry	To confirm proper rotor movement To confirm proper infusion progress

MRI = magnetic resonance imaging; IDD = intrathecal drug delivery; AP = anteroposterior; dB/dt = rate of change of the magnetic flux density with time.

De Andrés et al. AA 2011



AEMPS 2016 :

La Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS) ha tenido conocimiento a través de la empresa Flowonix Medical, Inc., EEUU., de la inclusión de nuevas advertencias en las instrucciones de uso de las Bombas de infusión programables Prometra®, debido al riesgo de sobredosificación si no se retira el fármaco de la bomba en los procedimientos de imagen por resonancia magnética (MRI por sus siglas en inglés).

La fuerza magnética puede provocar que las válvulas dentro de la bomba programable Prometra® se abran, permitiendo que el contenido del depósito se vacíe



Recomendaciones en caso de RM y BIT:

- Identificar fabricante y modelo de dispositivo y fármaco
- Disponer de las guías del fabricante
- En bombas Prometra® vaciar dispositivo previamente y poner volumen de infusión a 0 (sino posible interrogar dispositivo suspender prueba)
- Synchromed II® no hace falta vaciar ni apagar
- Identificar síntomas de sobredosificación
- Interrogación 20' tras procedimiento y confirmar/ restablecer valores previos (especial atención si baclofeno) Rellenar si se ha vaciado



4.2. OTROS PROCEDIMIENTOS

INTERFERENCIA CON EL DISPOSITIVO → NO SEGURIDAD ESTABLECIDA → NO RECOMENDADOS

INTERFERENCIAS	RECOMENDACIONES
Litotricia y US de alta frecuencia	Evitar foco de litotricia a 15 cm del dispositivo
Radioterapia	Limitar dosis total (dosímetros) Dispositivo a > 1 cm del haz (blindaje) Si dentro del haz de tto → retirar previamente
Diatermia	Contraindicada
Ablación con radiofrecuencia/ microondas	Evitar cerca del dispositivo. Mantener paciente despierto.
Terapia electroconvulsiva	No recomendaciones específicas

Valorar riesgo/beneficio.
Poner en off EME y
Chequear posteriormente



BAJO RIESGO DE INTERFERENCIA → SEGUROS



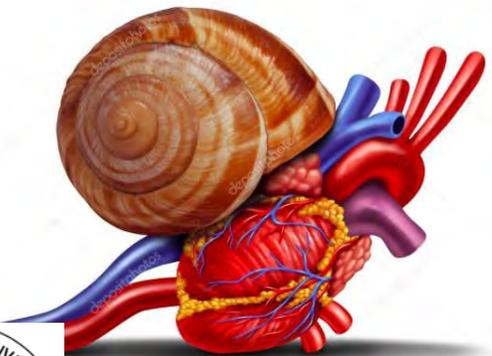
	RECOMENDACIONES
Tomografía computerizada	Seguro Se recomienda apagar EME por el paciente durante prueba y emplear la menor dosis posible para obtener la imagen
US diagnóstico	Seguro. Evitar el transductor directamente sobre el dispositivo
Radiografía	seguro
Fluoroscopía	seguro

5. CASOS ESPECIALES

5.1 MARCAPASOS Y DESFIBRILACIÓN

Dispositivos electrónicos implantables cardíacos (DEIC) y EME:

- Los fabricantes no recomiendan el uso simultaneo de EME y DEIC riesgo de interferencia:
 - Inhibición de la función de marcapasos
 - Desfibrilación inapropiada en el caso de DAI
- Múltiples casos publicados de uso concomitante seguro → última decisión entre el paciente y proveedor → el DEIC tiene prioridad



FEASIBILITY OF SPINAL CORD STIMULATION IN A PATIENT WITH A CARDIAC PACEMAKER

Boleslav Kosharsky, MD, and Dima Rozen, MD
Pain Physician 2006

RECOMENDACIONES EN EL CASO DE USO CONCOMITANTE:

- Obtener una línea de base de ECG con el dispositivo
- Implantar en CIEDs en modo bipolar (Si implantado ya poner el EME en modo bipolar)
- Implantar la bomba o generador en el lado contralateral
- Durante implante testar interferencias entre los 2 dispositivos → Poniendo el CIEDs a la máxima sensibilidad y el EME a la máxima estimulación tolerada.



Cardioversión y desfibrilación **externa** pueden dañar el dispositivo:

- Se puede minimizar daño poniendo las palas lejos del EME/DIT, perpendicular y utilizando la mínima energía apropiada
- Chequear dispositivo posteriormente

Lo primero es la supervivencia del paciente



5. CASOS ESPECIALES

5.2. OBSTETRICIA

EME/ bombas IT previene de los posibles efectos teratogénicos de opiodes orales y anticonvulsionantes usados en el dolor crónico

	EFFECTOS EN EL FETO	RECOMENDACIÓN FABRICANTE
NEUROESTIMULADORES MEDULARES	<ul style="list-style-type: none">-No se conoce el efecto del EME en el desarrollo fetal: Estudios han demostrado que mejora la microcirculación sin alterar flujo placentario.- No se ha visto interferencia en la monitorización fetal	<ul style="list-style-type: none">-Desactivar EME una vez se confirme el embarazo y descartar embarazo en pacientes en edad fértil a las que se vaya a implantar- Valorar riesgo/beneficio de continuación
BOMBAS INTRATECALES	<p>Posible síndrome de abstinencia fetal → dosis IT mucho más bajas y ↓ paso sistémico</p>	<p>Es seguro su mantenimiento</p>



Spinal Cord Stimulation in Pregnancy: A Literature Review

Ingrid C. Fedoroff, PhD*, Ekin Blackwell, PhD*, Louise Malysh, MSN*,
William N. McDonald, MD*, Michael Boyd, MD†

Neuromodulation 2012

Conclusions: Women of childbearing age who are candidates for SCS implantation should be tested for pregnancy prior to implantation surgery. They also should be informed about the limited state of our scientific knowledge regarding the impact of this technology on reproductive health. For patients already implanted with SCS, decisions about ongoing use in the event of pregnancy should be made on an individual basis after a careful consideration of potential risks and benefits.

De los 13 casos:

- 1 aborto temprano a las 6 semanas
- 10 nacieron a término
- 1 pretérmino. 1 cesárea por IUGD
- 4 continuaron con la terapia EME durante el embarazo
- 1 caso de rotura de la extensión por crecimiento abdominal

Falta investigar en posibilidad de efectos
en el desarrollo más adelante en la
infancia



Uso de bomba IT de baclofeno durante embarazo

Case	Reference	Age	Delivery	Dose of baclofen ($\mu\text{g}/\text{day}$)			Pathology
				During pregnancy	Just before delivery	After delivery	
1	Roberts et al. ¹⁰⁾	23	Cesarean section	150	375		Spinal cord injury T7
2	Delhaas et al. ⁴⁾	29	Cesarean section	1200	1400		Spinal cord injury C5/6
3	Blanco-Canto et al. ³⁾	30	Vacuum-assisted vaginal delivery	200	200		Generalized dystonia
4a	Muñoz et al. ⁸⁾	37	Cesarean section	140	140		Spinal cord injury C5
4b	Muñoz et al. ⁸⁾	38	Cesarean section	Unknown			Spinal cord injury C5
5	Morton et al. ⁷⁾	27	Vaginal delivery	200	200		Spinal cord injury T9
6a	Morton et al. ⁷⁾	21	Vaginal delivery	200	200	220	Athtoid dystonic cerebral palsy
6b	Morton et al. ⁷⁾	23	Vaginal delivery	400	430	465	Athtoid dystonic cerebral palsy
7	Morton et al. ⁷⁾	35	Cesarean section	785	795		Spastic athetoid cerebral palsy
8	deVries-Rizzo et al. ⁵⁾	18	Vaginal delivery	440	440		Myelitis
9	Ali Sakra Esa et al. ⁶⁾	28	Vaginal delivery	Unknown			Cerebral palsy
This case		30	Cesarean section	300	330	330	Cervical spondylotic myelopathy

NMC Case Report Journal 2018; 5: 65–68

- No síndrome de abstinencia ni anomalías en el tono muscular se encontraron en el niño.
- Las concentraciones en leche materna fueron sólo el 0,02% de la dosis clínica



Recomendaciones:

- Descartar embarazo antes de implante en pacientes en edad fértil y avisar de escasa evidencia de EME en el desarrollo fetal.
- Implantar sistema en espacio lumbar alto y generador en región glútea.
- Avisar al médico de dolor responsable cuando embarazo → equipo multidisciplinar para planificar embarazo y plan de parto (requerimiento de opioides y anestesia neuroaxial)
- Discontinuar terapia EME durante embarazo: dejar a mínima energía y apagar
- **En pacientes que requieran de mucha medicación potencialmente teratogénica en ausencia de EME/IT se podría continuar con la terapia → Valorar riesgo beneficio en cada caso.**
- Contactar con Neonatología si riesgo síndrome de abstinencia en DIT
- Si cesárea usar bisturí bipolar. Desconectar dispositivo EME en caso de no haber sido desconectado previamente.
- Tras parto/ cesárea telemetría posterior

Analgesia periparto. Posibilidad de analgesia espinal o epidural?

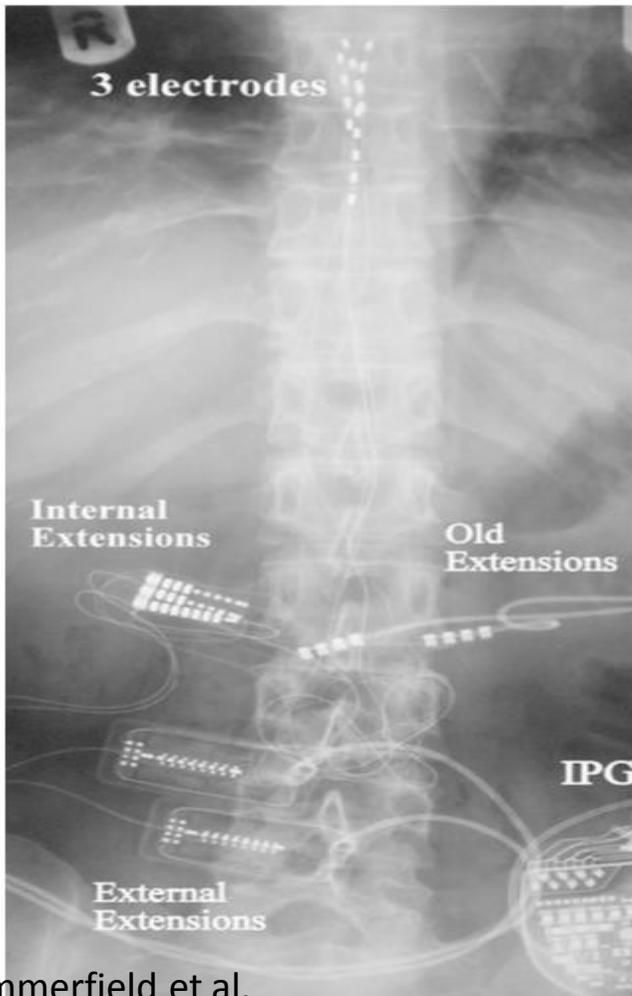


Table. Reports of Spinal Cord Stimulator (SCS) Implantation and Selection of Anesthetic Technique in Pregnant Patients

Study	SCS Location	Anesthetic Technique	Early Anesthesia Referral
Hanson and Goodman ⁹ (2006)	Lead insertion: C7-T1 Tip location: C3	Labor epidural at L2-L3	Yes
Sommerfield et al ⁷ (2010)	Lead insertion: L2-L3 Tip location: T8	Spinal at L4-L5 for cesarean section	Not mentioned
Bernardini et al ⁵ (2010) Case 1	Lead insertion: T12-L1 Tip location: T9-T10	Labor epidural	Yes
Bernardini et al ⁵ (2010) Case 2	Lead insertion: T12-L1 Tip location: C4 Additional SCS with lead insertion: T12-L1 Tip location: T9-T10	1 st pregnancy: General anesthesia for cesarean section 2 nd pregnancy: Epidural for repeat cesarean section	Yes
Fedoroff et al ¹⁰ (2012)	For both pregnancies Lead insertion: L1-L2 Tip location: T10	1 st pregnancy: Failed epidural; spinal for emergency cesarean section 2 nd pregnancy: Spinal for elective cesarean section	Not mentioned
Ito et al ² (2013)	Lead insertion: L2-L3 Tip location: T10-T11	Spinal at L3-L4 for elective cesarean section	Not mentioned
Present Case (2013)	Lead insertion: T12-L1 Tip location: T7	Spinal at L3-L4 for urgent cesarean section	No

The Ochsner Journal 14:131–134, 2014





D. Sommerfield et al.
2009

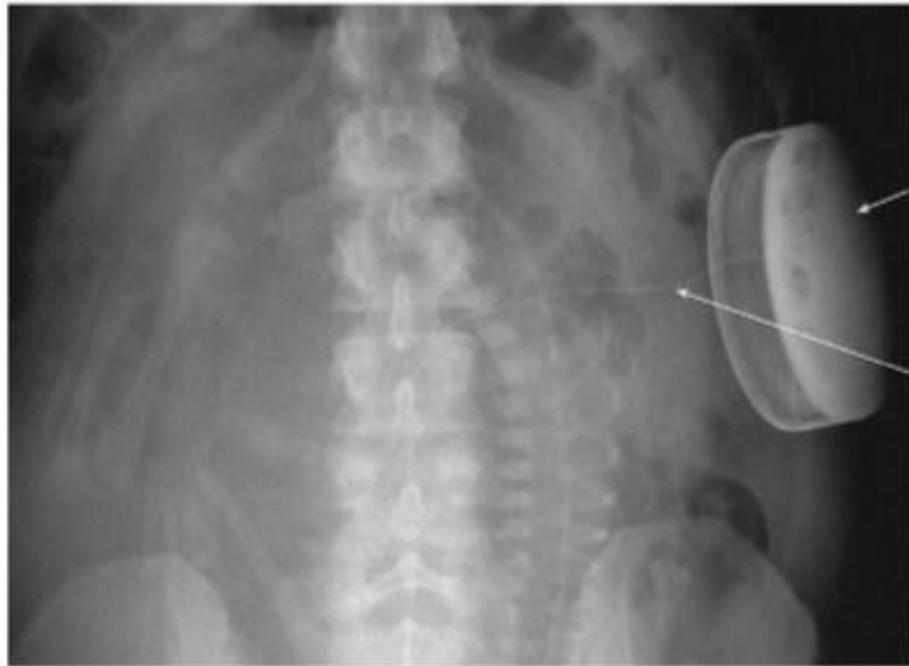
Percutánea



The Ochsner Journal
14:131–134, 2014

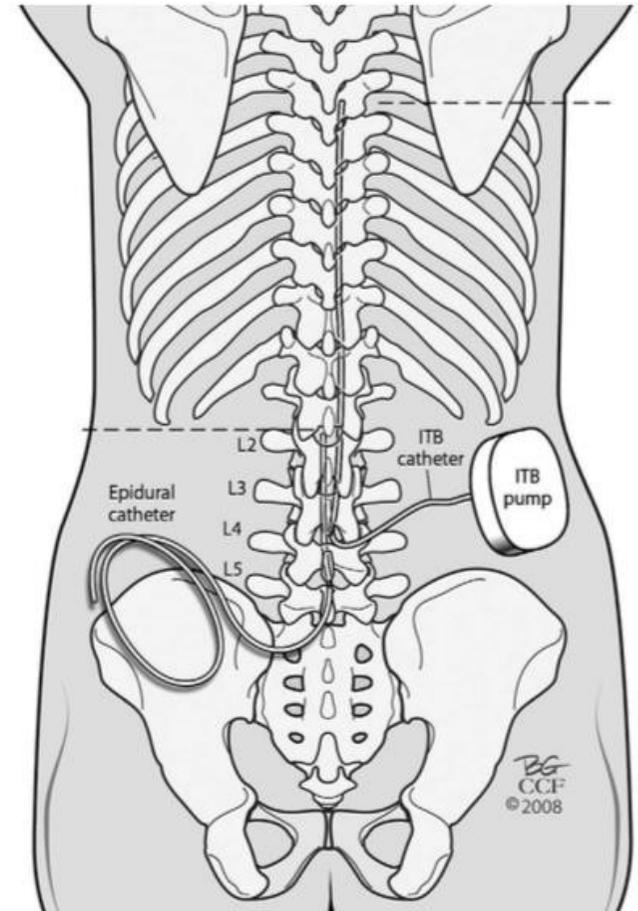
Quirúrgica





Intrathecal baclofen
ITB pump

ITB catheter



International Journal of Obstetric
Anesthesia (2009) 18, 64–66



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua
Valencia 21 de Enero de 2019

Recomendaciones anestesia neuroaxial:

Aviso con antelación al equipo de anestesia obstétrica para **plan de parto (coordinación entre personal de dolor, obstetra y anestesista obstetra)**

Revisar radiografías previas

Examinar espalda y exploración neurológica basal

Realizar técnica un nivel o dos por debajo del punto de entrada de electrodos/ catéter

Extremar condiciones de asepsia. No necesidad de antibiótico.

En el caso de analgesia epidural y catéter la distribución de los fármacos puede verse alterada por la fibrosis y dar lugar a analgesia “parcheada → Disponer de plan alternativo. En el caso de anestesia espinal no alteraciones.

Si los electrodos estan cerca L3-L4 o hay dudas: realizar analgesia endovenosa para trabajo de parto o anestesia general si cesárea.

Si BIT y anestesia epidural titular dosis → posibilidad de paso de medicación a espacio subaracnoideo



Lactancia:

- No efectos de la EME en la lactancia (Bernardini et al.)
- En el caso de bombas IT → mínimo paso a la leche materna, efectos insignificantes → Valorar riesgo/beneficio

NMC Case Report Journal 2018; 5: 65–68



Los niveles de baclofeno en leche materna en paciente con DIT fueron mínimos (0.617 ng/ml) y por tanto los efectos en el niño insignificantes.

Table 1. Postpartum Maternal Morphine Dose, Breast Milk, and Serum Concentration

Postpartum Week	Intrathecal Morphine Dose Delivered (mg/week)	Breast Milk Morphine Concentration	Maternal Serum Morphine Concentration (mg/L)
—	59.9	NQ	NA
1	59.9	NQ	0.025
3	59.9	ND	0.06
3	59.9	ND	ND
4	59.9	ND	ND
4	59.9	ND	NQ
5	59.9	ND	ND
5	28.6	ND	ND
6	28.6	NQ	ND
6.7	28.6	ND	ND
7	28.6	ND	0.03

NOTE: NQ = not quantitated—levels were between the limit of quantitation of 88 nmol/L (0.025 mg/L) and the limit of detection of 30 nmol/L (0.008 mg/L). NA = not available. ND = not detected—less than 30 nmol/L (0.008 mg/L).

J Hum Lact 16(2), 2000

No se encontraron alteraciones en el comportamiento/desarrollo del niño A los 2, 7 y 18 meses.



MANEJO PERIOPERATORIO DE PACIENTES PORTADORES DE SISTEMAS IMPLANTABLES PARA MANEJO DEL DOLOR CRÓNICO

Sesión de Formación Continuada. 20 de enero de 2019.
Servicio de Anestesia, Reanimación y Terapéutica del Dolor.
Consortio Hospital General Universitario de Valencia

Los pacientes con dolor crónico severo refractario a tratamiento convencional, de diferente etiología, son subsidiarios de sistemas implantables para el control de su patología dolorosa, ya sean Bombas de Infusión Intratecal de fármacos o Estimulador de Cordones Posteriores Medulares.

Estos sistemas deben ponerse en conocimiento del personal sanitario antes de iniciar algún procedimiento intervencionista o quirúrgico, así como previamente de iniciar alguna prueba diagnóstica como una Resonancia Magnética, para tomar las medidas oportunas que minimicen los posibles riesgos asociados.

En caso de dudas se debe poner en contacto con el personal experto en este tipo de terapias, en concreto los profesionales de la Unidad Multidisciplinar de Tratamiento del Dolor en la extensión **UJO: 437654**.



COMO CONCLUSIONES



- Los EME y DIT son implantados cada vez más frecuentemente en el tratamiento del dolor crónico.
- Existen gran variedad de fabricantes y modelos diferentes
- Como anesthesiólogos debemos conocer las posibles interferencias que se producen con estos dispositivos y conocer su manejo para evitar posibles efectos adversos.
- Necesidad de protocolos de actuación en los centros hospitalarios.
- Ante dudas contactar personal de dolor y revisar guías de fabricante
- En caso de emergencia prioriza la vida del paciente

BIBLIOGRAFÍA

- Nevro. Physician implant data: www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf13/P130022d.pdf (accessed March 15, 2016).
- Medtronic Pain Therapy. http://manuals.medtronic.com/wcm/groups/mdt-com_sg/@manuals/@era/@neuro/documents/documents/contrib_199974.pdf (accessed March 15, 2016).
- St. Jude Medical. Power over your pain. www.poweroveryourpain.com/safety/SC-SSafety (accessed March 15, 2016).
- Precision Spectra™ Spinal Cord Stimulator System. <http://hcp.controlyourpain.com/scs-safety-information/precision-spectra> (accessed March 15, 2016).
- Stimwave Technologies. Freedom spinal cord stimulator trial kit manual. <http://stimwave.com/mobile/wp-content/uploads/2016/01/LA-FR8A-1-869-Trial-Instructions-for-Use.pdf> (accessed June 2, 2016).
- Michael E. Harned et al. Anesthetic Considerations and Perioperative Management of Spinal Cord Stimulators: Literature Review and Initial Recommendations. Pain Physician 2017; 20:319-329 • ISSN 1533-3159
- Weston Nadherny et al. Perioperative and Periprocedural Care of Patients With Intrathecal Pump Therapy. Neuromodulation 2018
- De Andrés et al. Magnetic Resonance Imaging in Patients with Spinal Neurostimulation Systems . Anesthesiology 2007; 106:779 – 86
- De Andrés et al. The Safety of Magnetic Resonance Imaging in Patients with Programmable Implanted Intrathecal Drug Delivery Systems: A 3-Year Prospective Study . (Anesth Analg 2011;112:1124 –9)
- De Andrés et al. MRI-Compatible Spinal Cord Stimulator Device and Related Changes in Patient Safety and Imaging Artifacts . Letter to editor. Pain Medicine. 2018.



- Patel et al. Perioperative Management of a Patient With an Intrathecal Drug Delivery Device Infusing Ziconotide: A Case Report. A&A Case Reports. 2017;8:78–80.)
- Grider et al. Perioperative Management of Patients with an Intrathecal Drug Delivery System for Chronic Pain Anesth Analg 2008;107:1393–6
- Korshasky et al. Feasibility of a spinal cord stimulator in a patient with a cardiac peacemaker. Pain Physician 2006.
- Hara et al. Pregnancy and Breastfeeding during Intrathecal Baclofen Therapy NMC Case Report Journal 2018; 5: 65–68
- Ali Sakr Esa et al. Epidural analgesia in labor for a woman with an intrathecal baclofen pump International Journal of Obstetric Anesthesia (2009) 18, 64–66
- D. Sommerfield et al. Caesarean section in a parturient with a spinal cord stimulator
- C. Ingrid et al. Spinal Cord Stimulation in Pregnancy: A Literature Review Neuromodulation 2012;
- Patel. S et al. Urgent Cesarean Section in a Patient with a Spinal Cord Stimulator: Implications for Surgery and Anesthesia. The Ochsner Journal 14:131–134, 2014
- Obrenlander et al. Prenatal and Breast Milk Morphine Exposure Following Maternal Intrathecal Morphine Treatment J Hum Lact 16(2), 2000
- Prager et al. Best Practices for Intrathecal Drug Delivery for Pain. Neuromodulation 2014.

