

Artículo de revisión

Analgesia postoperatoria en cirugía de reemplazo articular

Mejía-Terrazas GE,* Peña-Riveron A,** Unzueta-Navarro D***

Instituto Nacional de Rehabilitación

RESUMEN. Los pacientes sometidos a cirugía de reemplazo articular experimentan un dolor postoperatorio intenso y sostenido, una inadecuada analgesia impide la recuperación y el alta hospitalaria. Tradicionalmente la analgesia postoperatoria después de una artroplastía se provee con analgesia controlada por el paciente o con analgesia epidural, pero estas técnicas tienen ventajas y desventajas. Recientemente el bloqueo de nervios periféricos ha surgido como una alternativa analgésica adecuada. El número de estudios que reportan el uso de analgesia multimodal basada en el uso unilateral de bloqueos de nervios periféricos, los cuales producen un control del dolor, una recuperación funcional muy similar a las obtenidas con un bloqueo epidural continua, y muy superior a la producida con opioides sistémicos y sin sus efectos sistémicos. En esta revisión se exponen las indicaciones, beneficios y efectos adversos asociados, tanto de las formas convencionales como de las nuevas técnicas de analgesia que facilitan la rehabilitación después de una cirugía de reemplazo articular.

Palabras clave: analgesia, articulación, cirugía, prótesis.

ABSTRACT. Patients undergoing joint replacement surgery may experience intense and sustained postoperative pain due to inappropriate analgesia that delays recovery and hospital discharge. Traditionally, postoperative analgesia following arthroplasty is achieved with scheduled analgesia, either patient-controlled or with epidural spinal blocks. The former techniques have advantages and disadvantages. Recently, peripheral nerve block has emerged as an appropriate alternative for postoperative pain. Numerous trials report that the use of multimodal analgesia based on peripheral nerve blocks may control pain and offer functional results similar to those obtained with continuous epidural blocks or systemic opioids, but without their unwanted systemic effects. This review discusses the indications, benefits and adverse effects associated with standard and new analgesic techniques.

Key words: analgesia, joint, surgery, prosthesis.

* Anestesiólogo-Algólogo. Postgrado en Anestesia Regional. Jefe del Servicio de Clínica del Dolor.

** Anestesiólogo- Algólogo. Postgrado en Anestesia Regional. Adscrita al Servicio de Anestesiología-Ortopedia.

*** Anestesiólogo. Postgrado en Anestesia Regional. Jefe del Servicio de Anestesiología-Ortopedia.

Instituto Nacional de Rehabilitación.

Dirección para correspondencia:

Dr. Gabriel E. Mejía Terrazas

Instituto Nacional de Rehabilitación

Av. México-Xochimilco Núm. 289, Col. Arenal de Guadalupe, CP 011400, Delegación Tlalpan, México DF

Teléfono: 59991000, ext. 11226, 11220 y 11219

E-mail: gisiby@yahoo.com.mx

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

Introducción

La cirugía de reemplazo articular es una de las cirugías que tiene mayor impacto sobre la movilidad y la calidad de vida del paciente, además del gran número de procedimientos que se realizan cada año. Se estima que únicamente en Estados Unidos se practican alrededor de 1 millón de artroplastías (500,000 de rodilla aproximadamente) y se espera que este número aumente a 3.5 millones anuales en los próximos 20 años.¹ El dolor después de una cirugía de reemplazo articular es intenso y se requiere proporcionar una analgesia adecuada que facilite una terapia física agresiva y de rehabilitación, que es fundamental para mantener el rango de movimiento articular, con lo que se evita retrasos en el alta del hospital y se disminuye el riesgo de tromboembolismo.² Tradicionalmente, la analgesia postoperatoria se proporciona por vía intravenosa como analgesia controlada por el paciente (ACP), o bien, por vía epidural. Recientemente, han resurgido los bloqueos de nervios periféricos, ya sea en una dosis única o en infusión continua;^{2,3} sin embargo, cada técnica tiene ventajas y desventajas,¹ por lo que preferentemente se debe otorgar una analgesia multimodal.^{3,4}

Analgesia multimodal

La analgesia multimodal es una visión multidisciplinaria enfocada al tratamiento del dolor con el objetivo de maximizar los efectos positivos del tratamiento y limitar los efectos adversos.^{5,6} Ésta se basa en el uso de un antiinflamatorio, así como un analgésico no opioide como el paracetamol, que es un valioso adyuvante, aunados al uso de analgésicos opioides sistémicos, con esto se intenta reducir el consumo de estos últimos, mejorando la analgesia y disminuyendo los efectos adversos. La adición de bloqueo de nervios periféricos o bloqueo neuroaxial produce un control del dolor superior, así como disminuye la respuesta al estrés y disminuye aún más los requerimientos de opioides.^{7,8,9}

Opioides sistémicos

Los analgésicos sistémicos, la morfina, principalmente, es considerada como el estándar de oro para el manejo del dolor postoperatorio, aunque con frecuencia éstos se asocian con efectos adversos como son sedación, náusea, vómito y prurito, pero a pesar de estos efectos bien definidos, siguen siendo una parte integral en el manejo del dolor postoperatorio, ya que pueden ser administrados por vía intravenosa, intramuscular, oral y más recientemente transdérmica; los regímenes más actuales son a través de la analgesia controlada por el paciente (ACP), ya sea intravenosa o transdérmica por 24 a 48 horas y su posterior conversión a fármacos orales.¹⁰ Los dispositivos de ACP deben ser programados adecuadamente, ya que una dosis insuficiente produce una analgesia inadecuada, mientras que una dosificación excesiva aumenta la presencia de efectos adversos y puede producir depresión respiratoria. De acuerdo con Wheeler,¹¹ los

principales efectos de los opioides tras cirugía ortopédica mayor fueron gastrointestinales en 37%, efectos cognitivos en 34% prurito en 34%, retención urinaria en 16% y depresión respiratoria en 2%; todos ellos manejados con ACP.

La analgesia controlada por el paciente transdérmica (ACPT) es un nuevo método no invasivo de administración de opioides, la cual elimina la necesidad de una vía intravenosa, aumenta la seguridad del paciente al evitar los errores de programación y los problemas comunes con el uso de vías endovenosas. Éste consiste en dispositivo de administración iontoforética de hidrocloreto de fentanil, donde es ionizado por una carga eléctrica para que atraviese la piel. El dispositivo está aprobado por la FDA para el control del dolor agudo postoperatorio a nivel hospitalario. En el 2004, se iniciaron los trabajos sobre este sistema; uno de los primeros estudios publicados fue el realizado por Viscusi,¹² el cual fue un estudio prospectivo, aleatorizado, controlado, en el que se incluyen 636 pacientes de 33 hospitales en Estados Unidos. Los pacientes fueron sometidos a cirugía mayor y se comparó contra analgesia intravenosa controlada por el paciente con morfina. Se valoró su eficacia, satisfacción del paciente en las primeras 24 horas, analgesia inadecuada y efectos adversos. Se obtuvieron los siguientes resultados: en cuanto a la satisfacción por parte del paciente, eficacia analgésica, suspensión del tratamiento y efectos adversos no hubo diferencia estadísticamente significativa, por lo que los autores concluyeron que este sistema es equivalente a la PCA en el control del dolor postoperatorio.

También, en 2004, Chelly¹³ publicó un estudio multicéntrico controlado con placebo para valorar la seguridad y eficacia de este sistema en pacientes sometidos a cirugía mayor abdominal, torácica u ortopédica, en él se incluyeron 205 pacientes, la mayoría mujeres caucásicas, con ASA II, con resultados en 90% de los casos donde la adherencia del sistema fue la óptima y al discontinuar el tratamiento, 32% del grupo del parche de fentanil tuvo inadecuada analgesia, efectos adversos, falla técnica o violación al protocolo, en comparación con el grupo placebo que 53.2% lo suspendió, esto con una p de 0.0011, que se consideró significativa estadísticamente. Se concluyó que este sistema es adecuado para el manejo del dolor postoperatorio durante las primeras 24 horas.

En la artroplastía total de cadera, se realizó un estudio multicéntrico, donde se incluyeron a 799 pacientes de 52 hospitales, en el cual se valoró su eficacia y seguridad. Se comparó con una ACP intravenosa con morfina a una dosis máxima de 10 mg/hora con un tiempo de cierre de 5 minutos con bolos de 1 mg. En cuanto al control del dolor durante las 24 horas de evaluación, resultó estadísticamente equivalente, así como también en la presentación de efectos adversos, por lo que se considera un sistema eficaz y seguro para el manejo del dolor postoperatorio.¹⁴ En otro estudio, se valoró la utilidad del sistema en cirugía mayor; en éste se comparó contra placebo. En él se incluyeron 244 pacientes, las medias de intensidad del dolor fueron estadísticamente significativamente menores en el grupo de fentanil,

por lo que se considera mejor que el placebo para el control del dolor. Más de 70% de los pacientes e investigadores lo consideran un método de bueno a excelente para producir analgesia postoperatoria, los efectos adversos fueron similares en ambos grupos. Por lo que se considera un sistema adecuado para producir analgesia postoperatoria.¹⁵

Los opioides orales se encuentran disponibles en formulaciones de liberación inmediata así como en controlada, aunque esta vía se reserva para el manejo de dolor leve a moderado y generalmente no se utilizan para el dolor severo. La frecuencia de administración generalmente debe ser cada 4 horas, con lo que puede haber retraso en la administración o falta de dosis nocturnas que pueden producir un aumento del dolor. Los efectos adversos son generalmente menores en comparación con la administración intravenosa. Éstos se reservan para pacientes en los cuales está programada el alta y se rotan de otra vía de administración para el seguimiento ambulatorio.

El uso de analgésicos no opioides, como son los antiinflamatorios no esteroideos (AINES) o el paracetamol, en adición a los opioides, reduce el consumo de estos últimos, mejora la analgesia, reduce los efectos adversos y el efecto multimodal se maximiza a través de la selección de analgésicos teniendo diferentes sitios de acción, por ejemplo, el paracetamol actúa de forma central y los AINES de forma periférica.^{16,17} Los mejores efectos analgésicos se presentan si se utiliza de forma preventiva y esto es más aplicable al ketorolaco, donde se presenta un mejor efecto preventivo del dolor que con su tratamiento.¹⁸ Existe una preocupación sobre el efecto que tienen los AINES sobre la formación de hueso, a pesar de que los datos son contradictorios, ya que al parecer hay evidencia en animales de que los inhibidores de los COX-2 pueden inhibir el crecimiento del hueso,^{19,20} principalmente el celecoxib, pero si se ocupan por algunos días, no existe un riesgo mayor.

Analgesia neuroaxial

La administración de una dosis única neuroaxial de opioides puede ser eficaz como agente analgésico único para manejar el dolor moderado de duración limitada como el asociado a las artroplastías.²¹ Sin embargo, la prolongación en el tiempo de este tipo de dolor, por lo general, requiere una analgesia complementaria, ya sea por vía oral o intravenosa, o bien, una infusión neuroaxial continua. El uso neuroaxial ofrece mejor analgesia en comparación con los opioides sistémicos. La selección del fármaco está relacionada con su liposolubilidad, como por ejemplo la morfina y la hidromorfona que tiene una mayor duración de acción ya que son agentes hidrofílicos, pero también se pueden asociar con una mayor frecuencia a efectos adversos.²² Después de una artroplastía de rodilla, el usar 0.2 mg de morfina reduce el dolor durante las primeras 24 horas, de la misma forma que su utilización intravenosa y su principal efecto adverso fue el prurito, por lo que los autores concluyen que puede ser una técnica adecuada, pero que en la

artroplastía de cadera se requiere utilizar ACP intravenosa para continuar con la analgesia.²³

Analgesia epidural

La analgesia epidural en infusión tiene un efecto sinérgico al combinar un opioide con un anestésico local y permite la utilización de concentraciones más bajas de ambos medicamentos,²⁴ con lo cual tenemos una analgesia superior con bloqueo sensitivo y motor mínimo, con lo que se permite la deambulación y la movilización.^{25,26} Pero a pesar de esto, el riesgo asociado de hematoma epidural en pacientes con catéter y que utilizan tromboprolifaxis como es la cirugía de reemplazo articular, ha llevado a la búsqueda de métodos alternativos para proporcionar analgesia.^{27,28} Recientemente está disponible la morfina de depósito (DepoDur), la cual se ha investigado contra la morfina convencional en alrededor de 200 pacientes postoperados de artroplastía de cadera. El efecto analgésico dura aproximadamente 48 horas, aunque es dosis dependiente y es adecuado tanto en reposo como en movimiento, además con una disminución de las necesidades de analgesia complementaria, así como con mínimos efectos adversos. Un punto muy importante es que se evita la necesidad de utilizar catéteres epidurales.²⁹

Bloqueo de nervios periféricos

Estas técnicas permiten el bloqueo unilateral completo de una extremidad, aunque en la inferior no están agrupados en una sola vaina como ocurre con la extremidad superior, lo que produce que estas técnicas sean de mayor dificultad, por lo que se requiere mayor capacitación, práctica y experiencia. Estas técnicas deben realizarse siempre de forma guiada, ya sea con neuroestimulación o ultrasonido. La clásica localización por parestesia o pérdida de la resistencia actualmente ya no es válida de utilizar. Estas técnicas presentan una adecuada tasa de éxito, son seguras, evitan la simpatectomía y tienen un alivio del dolor adecuado después de una artroplastía, ya sea de hombro, codo, cadera o rodilla.³⁰ Los efectos adversos principales son la lesión nerviosa y en menor medida, las hemorrágicas o infecciosas, que es menos frecuente que con las técnicas espinales.³¹ Lamentablemente, la duración de acción no es la suficiente para producir una mejoría de la analgesia en el tiempo, con lo que se requiere la aplicación de catéteres perineurales para poder prolongar la analgesia.^{32,33}

Para la artroplastía total de cadera está indicado utilizar el bloqueo del compartimiento del psoas con lo que se logra bloquear el nervio femoral, obturador y femorocutáneo. DeVisme³⁴ comparó el uso de bloqueo del compartimiento del psoas contra anestesia espinal en cirugía de cadera y encontró que los pacientes con bloqueo del psoas requirieron menores dosis de efedrina para mantener la estabilidad hemodinámica debido a que no se presenta bloqueo simpático con esta técnica. White³⁵ reportó una mayor estabilidad hemodinámica con esta técnica al compararla contra anes-

tesia espinal o anestesia general en cirugía de cabeza femoral. Stevens³⁶ comparó esta técnica contra anestesia general en artroplastía total de cadera y encontró que los pacientes con bloqueo del psoas presentaban una menor pérdida sanguínea que el grupo control. Ilfeld³⁷ realizó un estudio en pacientes postoperados de artroplastía total de cadera donde les colocó un catéter perineural en el plexo lumbar e infundió ropivacaína en bomba elastomérica, los pacientes al segundo día postoperatorio se daban de alta a su domicilio con el catéter instalado y el seguimiento se dio de forma telefónica; en su estudio, todos los pacientes presentaron un adecuado control del dolor, un grado de satisfacción elevado y no se presentaron complicaciones infecciosas ni debidas a la técnica. Capdevilla³⁸ en su estudio valoró la eficacia analgésica en artroplastías totales de cadera colocando un catéter en el plexo con infusión de ropivacaína, reportando adecuada analgesia en todos los pacientes, tanto en el reposo como durante la rehabilitación. En este estudio, la única complicación fue la difusión epidural del anestésico. Biboulet³⁹ realizó un estudio donde se comparó este bloqueo contra analgesia controlada por el paciente con morfina en artroplastía total de cadera, donde encuentra resultados muy similares en el control del dolor inmediato como durante la rehabilitación. Turker⁴⁰ comparó esta técnica contra analgesia epidural en hemiartroplastías de cadera traumáticas donde encontró que con el uso de este bloqueo presentaban mayor estabilidad hemodinámica, menor sangrado y menor consumo de efedrina, así como una analgesia postoperatoria similar; la satisfacción por parte del paciente fue alta con esta técnica.

Para la artroplastía total de hombro, el bloqueo interescalénico permite una analgesia transoperatoria excelente y además, la prolongación del mismo produce una analgesia postoperatoria adecuada, aunque presenta la limitación de la duración, la cual está dada por la duración del anestésico local utilizado, pero, en general, si se administra anestésicos de larga duración como bupivacaína o ropivacaína a concentraciones de 0.25-0.5%, la analgesia que proveen va de las 10 a 18 horas con una Escala Visual Análoga de 0 a 3 en las primeras 2 horas postoperatorias y sin consumo de otro tipo de analgésicos durante las primeras 24 horas.⁴¹ Para subsanar esta limitación se puede colocar un catéter a nivel interescalénico para proveer analgesia continua por más de 24 horas, para lo cual lo más recomendable es utilizar un catéter continuo estimulante, ya que con él se puede corroborar que está colocado a nivel del plexo y esto se puede realizar cada día que dura colocado.

Se utiliza infusión continua de ropivacaína o bupivacaína a 0.5%, las cuales proveen una analgesia adecuada durante el tiempo que esté instalado el catéter, generalmente 48 horas. El dolor medido a través de una Escala Visual Análoga se encontró entre 1 y 3 durante las 48 horas de infusión, con un volumen total de anestésico utilizado de 300 ml, requiriendo analgesia sistémica con tramadol hasta los 150 minutos y sólo utilizando una dosis de 50 mg. Todos los pacientes que utilizaron esta técnica la consideraron de

buena a excelente y la utilizarían en caso de tener que ser sometidos a una nueva cirugía de hombro.⁴² También se ha estudiado esta técnica de forma ambulatoria utilizando la infusión continua hasta por 72 horas posteriores a la cirugía con un tiempo en domicilio de 48 horas aproximadamente. Se utiliza una bomba electrónica con ropivacaína a 0.2% a una velocidad de infusión de 10 a 12 ml/h, con lo que se tuvo una adecuada analgesia durante las 72 horas, no se presentaron en los pacientes efectos tóxicos del anestésico infundidos, mejoró la calidad del sueño durante el postoperatorio comparado con el preoperatorio, no presentaron disfunción cognoscitiva, sólo hubo un episodio de náuseas y todos los pacientes se mostraron satisfechos con la técnica utilizada, además de que los costos de la atención no se incrementaron con esta técnica.⁴³

Como la rehabilitación se inicia al día siguiente se requiere una analgesia que facilite la movilidad después de la artroplastía total de hombro, por lo que un catéter en el plexo facilita la movilidad medida como elevación del hombro y rotación externa; esto fue medido por el cirujano, quien evaluó el rango de movilidad y lo consideró adecuado,⁴⁴ por lo que esta técnica analgésica la consideramos de elección debido a que proporciona una adecuada analgesia transoperatoria, así como postoperatoria y además facilita la rehabilitación y se puede continuar en el domicilio del paciente.

Para la artroplastía total de rodilla, se puede utilizar tanto el bloqueo del compartimiento del psoas o el bloqueo femoral continuo, donde se va a proveer analgesia de toda la extremidad, lo cual no conlleva un mayor riesgo de hematomas al iniciar la tromboprofilaxis ni disminuye la deambulación precoz, ya que no produce bloqueo de la extremidad no operada. Esta técnica es tan efectiva como la colocación de un catéter epidural; al compararlos en el estudio de Barrington,⁴⁵ se encontró que la intensidad del dolor, tanto en reposo como en movimiento, a las 24 como 48 horas, fueron muy similares; donde hubo diferencia estadísticamente significativa fue en la presencia de náuseas y en el consumo de analgésicos de rescate. En un estudio realizado por nuestro grupo se compararon 3 grupos, donde a uno se le aplicaba analgesia intravenosa a otro analgesia epidural y por último, a un tercer grupo se le aplicaba bloqueo femoral en dosis única, encontrándose una analgesia muy similar en los tres grupos, sólo hubo diferencias en la presencia de efectos adversos donde en los grupos con opioides tuvieron una mayor incidencia.⁴⁶ En el metaanálisis presentado por Paul,⁴⁷ se valoraron 23 estudios controlados y aleatorizados, donde se comparó la analgesia con bloqueo femoral, adicionado con bloqueo ciático y sin él, con opioides intravenosos o analgesia epidural. Se incluyeron 1,016 pacientes, donde se encontró que el uso de bloqueo femoral reduce el consumo de opioides a las 24 y 48 horas, reduce la intensidad del dolor en reposo a las 24 y 48 horas y no así en movimiento, además reduce la incidencia de náuseas al compararlo con analgesia intravenosa con morfina, tanto si es en dosis única el bloqueo femoral como en bloqueo continuo o si se agrega el bloqueo del nervio ciático. El impacto que tie-

Tabla 1. Esquema de analgesia postoperatoria para cirugía de reemplazo articular.

	Hombro	Codo	Cadera	Rodilla
Preoperatorio	Parecoxib 40 mg o ketorolaco 30 mg IV dosis inicial en preanestesia			
Área procedimientos anestésicos	Bloqueo interescalénico continuo	Bloqueo infraclavicular o axilar continuo	a) Bloqueo del compartimiento del psoas continuo b) Bloqueo del nervio ciático dosis única	a) Bloqueo del compartimiento del psoas o femoral continuo b) Bloqueo del nervio ciático dosis única
UCPA	a) Al ingresar si presentan EVA mayor de 4 puntos: bolo de 100 mg de tramadol IV a dosis única u oxicodona 10 mg vía oral + paracetamol 1 gr IV b) Por catéter bolo de 10 ml de ropivacaína a 0.35% e iniciar infusión a 10 ml/h por 24 horas			
Piso de hospitalización	a) Ketorolaco a 15 mg IV cada 6 horas por 4 dosis b) Paracetamol a 1 gr IV cada 8 horas c) Después de las primeras 24 horas por catéter, administrar ropivacaína a 0.175% a 12 ml/h hasta el alta d) En caso de presentar EVA mayor de 4 puntos: bolo de 100 mg de tramadol IV a dosis única u oxicodona a 10 mg vía oral (dosis única)			
Al alta	Tramadol + paracetamol cada 6 hora u oxicodona + paracetamol cada 8 horas			

ne la adición de bloqueo femoral no es concluyente, por lo que se requieren mayores estudios para valorarlo. La única excepción a esto podría ser la artroplastía de rodilla por navegación, donde se coloca el pin tibial sobre la parte distal de la tibia, sitio en el cual no produce analgesia el bloqueo femoral, por lo que se requiere la utilización del bloqueo del nervio ciático.

Para la artroplastía de codo o de la articulación radiocubital (artroplastía de Sheker), se pueden utilizar las técnicas infraclavicular o axilar de abordaje al plexo braquial en su forma continua, aunque para este tipo de cirugía no hay muchas publicaciones, debido a que se realizan en un número reducido de pacientes. En el estudio de Ilfeld,⁴⁸ se reporta el uso de bloqueo infraclavicular continuo, donde los pacientes se dieron de alta y se continuó con la analgesia de forma ambulatoria, reportando un adecuado control del dolor, un descanso adecuado sin interferencia del sueño por dolor, así como una disminución del consumo de opioides, además de una satisfacción elevada con el manejo establecido. Además un punto importante es que estas técnicas permiten que se inicie la movilización precoz tanto del codo como de la muñeca, así como su utilización ambulatoria es adecuada, con lo que se disminuye la hospitalización del paciente.⁴⁹

Conclusión

La propuesta analgésica para este tipo de cirugía, es que se debe reducir al mínimo el uso de opioides, se debe permitir una movilización precoz con lo que se facilite la rehabilitación, se disminuya la estancia hospitalaria y los costos, por lo que basados en una analgesia multimodal,⁵⁰ enfatizamos que una analgesia pauta y planeada desde el preoperatorio será la que nos llevará a cumplir con estos objetivos,^{51,52} por lo cual se propone un esquema analgésico (Tabla 1) que facilite el manejo de este tipo de pacientes tan complejos.

Bibliografía

1. Kurtz S, Ong K, Lau E, et al: Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89: 780-5.
2. Hebl JR, Kopp SL, Ali MH, et al: A comprehensive anesthesia protocol that emphasizes peripheral nerve blockade for total knee and total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87(suppl 2): 63-70.
3. Capdevila X, Macaire P, Dadure C, et al: Continuous psoas compartment block for postoperative analgesia after total hip arthroplasty: new landmarks, technical guidelines, and clinical evaluation. *Anesth Analg.* 2002; 94(6): 1606-13.
4. Singelyn FJ, Gouverneur JM: Postoperative analgesia after total hip arthroplasty: IV PCA with morphine, patient-controlled epidural analgesia, or continuous "3-in-1" block? A prospective evaluation by our acute pain service in more than 1,300 patients. *J Clin Anesth.* 1999; 11(7): 550-4.
5. Hebl JR, Dilger JA, Byer DE, et al: A pre-emptive multimodal pathway featuring peripheral nerve block improves perioperative outcomes after major orthopedic surgery. *Reg Anesth Pain Med.* 2008; 33(6): 510-17.
6. Tang R, Evans H, Chaput A, Kim C: Multimodal analgesia for hip arthroplasty. *Orthop Clin North Am.* 2009; 40(3): 377-87.
7. Capdevila X, Barthelet Y, Biboulet P, Ryckwaert Y, Rubenovitch J, d'Athis F: Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery. *Anesthesiology.* 1999; 91(1): 8-15.
8. Singelyn FJ, Deyaert M, Joris D, Penderville E, Gouverneur JM: Effects of intravenous patient controlled analgesia with morphine, continuous epidural analgesia, and continuous three-in-one block on postoperative pain and knee rehabilitation after unilateral total knee arthroplasty. *Anesth Analg.* 1998; 87(1): 88-92.
9. Hanna MN, Murphy JD, Kumar K, Wu CL: Regional techniques and outcome: what is the evidence? *Curr Opin Anaesthesiol.* 2009; 22(5): 672-7.
10. Lennon RL, Horlocker T: Mayo Clinic analgesic pathway: peripheral nerve blockade for major orthopedic surgery. Rochester, MN: Mayo Clinic Scientific; 2006.
11. Wheeler M, Oderda GM, Ashburn MA, Lipman AG: Adverse events associated with postoperative opioid analgesia: a systematic review. *J Pain.* 2002; 3(3): 159-80.
12. Viscusi E, Reynolds L, Chung F, Atkinson L, Khanna S: Patient-controlled transdermal fentanyl hydrochloride vs intravenous morphine pump for postoperative pain. *JAMA.* 2004; 291: 1333-41.

13. Chelly J, Grass J, Houseman T, Minkowitz H, Pue A: The Safety and Efficacy of a fentanyl patient-controlled transdermal system for acute postoperative analgesia: a multicenter, placebo-controlled. *Trial Anesth Analg.* 2004; 98: 427-33.
14. Hartrick C, Bourne M, Gargiulo K, Damaraju D, Vallow S, Hewitt D: Fentanyl iontophoretic transdermal system for acute-pain management after orthopedic surgery: a comparative study with morphine intravenous patient-controlled analgesia. *Reg Anesth Pain Med.* 2006; 31: 546-54.
15. Viscusi E, Reynolds L, Tait S, Melson T, Atkinson L: an iontophoretic fentanyl patient-activated analgesic delivery system for postoperative pain: a double-blind, placebo-controlled trial. *Anesth Analg.* 2006; 102: 188-94.
16. Stephens JM, Pashos CL, Haider S, Wong JM: Making progress in the management of postoperative pain: a review of the cyclooxygenase 2-specific inhibitors. *Pharmacotherapy.* 2004; 24(12): 1714-31.
17. Capone ML, Sciulli MG, Tacconelli S, et al: Pharmacodynamic interaction of naproxen with low-dose aspirin in healthy subjects. *J Am Coll Cardiol.* 2005; 45(8): 1295-301.
18. White P, Raeder J, Kehlet H, Ketorolac: Its Role as part of a multimodal. *Analgesic Regimen Anesth Analg.* 2012; 114: 2.
19. Gajraj NM: Cyclooxygenase-2 inhibitors. *Anesth Analg.* 2003; 96(6): 1720-38.
20. White PF, Kehlet H, Liu S. Perioperative analgesia: what do we still know? *Anesth Analg.* 2009; 108(5): 1364-7.
21. Rathmell JP, Pino CA, Taylor R, Patrino T, Viani BA: Intrathecal morphine for postoperative analgesia: a randomized, controlled, dose-ranging study after hip and knee arthroplasty. *Anesth Analg.* 2003; 97(5): 1452-7.
22. Horlocker TT: Anesthesia and pain management. In: Berry DJ, Trousdale RT, Dennis D Paprosky W, eds. Revision Hip and Knee Arthroplasty. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2007
23. Gwartz KH, Young JV, Byers RS, et al: The safety and efficacy of intrathecal opioid analgesia for acute postoperative pain: seven years' experience with 5969 surgical patients at Indiana University Hospital. *Anesth Analg.* 1999; 88(3): 599-604.
24. Viscusi ER, Kopacz D, Hartrick C, Martin G, Manvelian G: Single-dose extended-release epidural morphine for pain following hip arthroplasty. *Am J Ther.* 2006; 13(5): 423-31.
25. Hartrick CT, Martin G, Kantor G, Koncelik J, Manvelian G: Evaluation of a single-dose, extended-release epidural morphine formulation for pain after knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88(2): 273-81.
26. Pettine KA, Wedel DJ, Cabanela ME, Weeks JL: The use of epidural bupivacaine following total knee arthroplasty. *Orthop Rev.* 1989; 18(8): 894-901.
27. Weller R, Rosenblum M, Conard P, Gross JB: Comparison of epidural and patient-controlled intravenous morphine following joint replacement surgery. *Can J Anaesth.* 1991; 38(5): 582-6.
28. Horlocker TT, Wedel DJ, Rowlingson JC, et al: Regional anesthesia in the patient receiving antithrombotic or thrombolytic therapy: American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Evidence-Based Guidelines (3rd ed). *Reg Anesth Pain Med.* 2010; 35(1): 64-101.
29. Viscusi ER, Martin G, Hartrick CT, Singla N, Manvelian G; EREM Study Group: Forty-eight hours of postoperative pain relief after total hip arthroplasty with a novel, extended-release epidural morphine formulation. *Anesthesiology.* 2005; 102(5): 1014-22.
30. Capdevila X, Pirat P, Bringuier S, et al: Continuous peripheral nerve blocks in hospital wards after orthopedic surgery: a multicenter prospective analysis of the quality of postoperative analgesia and complications in 1,416 patients. *Anesthesiology.* 2005; 103(5): 1035-45.
31. Auroy Y, Narchi P, Messiah A, Litt L, Rouvier B, Samii K: Serious complications related to regional anesthesia: results of a prospective survey in France. *Anesthesiology.* 1997; 87(3): 479-86.
32. Enneking FK, Chan V, Greger J, Hadzic A, Lang SA, Horlocker TT: Lower-extremity peripheral nerve blockade: essentials of our current understanding. *Reg Anesth Pain Med.* 2005; 30(1): 4-35.
33. Ilfeld BM, Ball ST, Gearen PF, et al: Ambulatory continuous posterior lumbar plexus nerve blocks after hip arthroplasty: a dual-center, randomized, triple-masked, placebo-controlled trial. *Anesthesiology.* 2008; 109(3): 491-501.
34. De Visme V, Picat F, Le Jouan R, et al: Combined lumbar and sacral plexus block compared with plain bupivacaine spinal anesthesia for hip fractures in the elderly. *Reg Anesth Pain Med.* 2000; 25: 158-62.
35. White I Chappell W: Anaesthesia for surgical correction of fractured femoral neck— A comparison of three techniques. *Anaesthesia.* 1990; 35: 1107-10.
36. Stevens RD, Van Gessel E, Flory N, Fournier R, Gamulin Z: Lumbar plexus block reduces pain and blood loss associated with total hip arthroplasty. *Anesthesiology.* 2000; 93(1): 115-21.
37. Ilfeld BM, Enneking FK: Continuous peripheral nerve blocks at home: A review. *Anesth Analg.* 2005; 100: 1822-33.
38. Capdevila X, Coimbra C, Choquet O: Approaches to the lumbar plexus: success, risks, and outcome. *Reg Anesth Pain Med.* 2005; 30(2): 150-62.
39. Biboulet P, Morau D, Aubas P, Bringuier BS, Capdevila X: Postoperative analgesia after total-hip arthroplasty: Comparison of intravenous patient-controlled analgesia with morphine and single injection of femoral nerve or psoas compartment block. A prospective, randomized, double-blind study. *Reg Anesth Pain Med.* 2004; 29: 102-09.
40. Turker G, Uckunkaya N, Yavascaoglu B, Yilmazlar A, Ozcelik S: Comparison of the catheter-technique psoas compartment block and the epidural block for analgesia in partial hip replacement surgery. *Acta Anaesthe Scandi.* 2003; 47: 30-36.
41. Eroglu A, Uzunlar Sener M, Akinturk Y, Erciyes N: A clinical comparison of equal concentration and volume of ropivacaine and bupivacaine for interscalene brachial plexus anesthesia and analgesia in shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med.* 2004; 29: 539-43.
42. Ilfeld B, Vandenborne K, Duncan P, Sessler D, Enneking K, Shuster J, Theriaque D, Chmielewski T, Spadoni E, Wright T: Ambulatory continuous interscalene nerve blocks decrease the time to discharge readiness after total shoulder arthroplasty. *Anesthesiology.* 2006; 105: 999-1007.
43. Nielsen K, Greengrass R, Pietrobon R, Klein S, Steele S: Continuous interscalene brachial plexus blockade provides good analgesia at home after mayor shoulder surgery. *Can J Anesth.* 2003; 50: 57-6.1
44. Ilfeld B, Wright T, Enneking K, Morey E: Joint range of motion after total shoulder arthroplasty with and without a continuous interscalene nerve block a retrospective case control study. *Reg Anesth Pain Med.* 2005; 30: 429-433.
45. Barrington M, Olive D, Low K, Scott D, Brittain J, Choong P: Continuous femoral nerve blockade or epidural analgesia after total knee replacement: A prospective randomized controlled trial. *Anesth Analg.* 2005; 101: 1824 -9.
46. Mejía G, Zaragoza G, Gaspar S: Analgesia postoperatoria para cirugía de rodilla estudio comparativo. *Rev Mex Anest.* 2007; 30: 4: 197-200.
47. Paul J, Arya A, Hurlburt L, Cheng Ji, Thabane L, Tidy A, Murthy Y: femoral nerve block improves analgesia outcomes after total knee arthroplasty a meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesthesiology.* 2010; 113: 1144 -62.
48. Ilfeld B, Wright T, Enneking K, Vandenborne K: Total elbow arthroplasty as an outpatient procedure using a continuous infraclavicular nerve block at home: a prospective case report. *Reg Anesth Pain Med.* 2006; 31: 172-176.
49. McGraw R, Ilfeld B: Toward Outpatient Arthroplasty: accelerating discharge with ambulatory continuous peripheral nerve blocks. *International Anesthesiology Clinics.* 2012; 50(1): 111-125.
50. Pagnano MW, Hebl J, Horlocker T: Assuring a painless total hip arthroplasty: a multimodal approach emphasizing peripheral nerve blocks. *J Arthroplasty.* 2006; 21(suppl 1): 80-84.
51. Duncan CM, Hall Long K, Warner DO, Hebl JR: The economic implications of a multimodal analgesic regimen for patients undergoing major orthopedic surgery: a comparative study of direct costs. *Reg Anesth Pain Med.* 2009; 34(4): 301-307.
52. Horlocker TT, Kopp SL, Pagnano MW, Hebl JR: Analgesia for total hip and knee arthroplasty: a multimodal pathway featuring peripheral nerve block. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006; 14(3): 126-135.