

ANESTESIA EN CIRUGIA ORTOPEDICA Y TRAUMATOLOGIA

Dra. María José Colomina Soler

Servicio de Anestesiología – Reanimación

Hospital Universitario Bellvitge – Hospitalet - Barcelona

Introducción

La cirugía ortopédica y traumatológica reagrupa las intervenciones dirigidas a los miembros superiores e inferiores y a la columna vertebral y, es probable que ninguna otra subespecialidad de la anestesia requiera estar familiarizado con una mayor variedad de técnicas anestésicas. De forma alternativa a la anestesia general, en los pacientes ortopédicos muchas intervenciones pueden controlarse mejor con técnicas regionales o con técnicas combinadas regionales-generales. Además del conocimiento de la anestesia epidural lumbar e intradural, se necesita experiencia en bloqueos de las extremidades para poder proporcionar una anestesia y analgesia en cirugía ortopédica correcta.

Recordar que: El objetivo de la cirugía en el paciente de traumatología es aliviar el dolor y recuperar la máxima funcionalidad.

Actualmente la cirugía del paciente de Traumatología es una de las más prevalentes en nuestro país y tiene un peso importante en el global de la cirugía y anestesia de urgencias. Así en el estudio ANESCAT que se realizó en Cataluña, el 21% de las anestesiencias quirúrgicas de Traumatología fueron urgentes y representaron el 41,2% de todas las urgencias quirúrgicas. Las intervenciones más frecuentes por orden fueron las de los traumatismos de la extremidad superior (11,2%), los traumatismos de la extremidad inferior (excepto fractura del tercio proximal del fémur) 9,8%, y las intervenciones propias de la fractura del tercio proximal del fémur (8,5%).

La práctica de los diferentes tipos de anestesia regional así como el control del dolor agudo postoperatorio y de la enfermedad tromboembólica o la trombosis venosa profunda, ya han sido desarrolladas ampliamente en otros capítulos, por lo que desde el punto de vista teórico será interesante centrar este tema en aspectos que no forman parte de ningún otro capítulo.

ACONDICIONAMIENTO Y POSICIÓN DEL PACIENTE EN LA MESA QUIRÚRGICA

1. Acondicionamiento del quirófano. Control ambiental

El equipamiento básico del quirófano en trauma debe constar, al margen del material e instrumental específico del procedimiento que se lleve a cabo, de un sistema de aire de flujo laminar para reducir la tasa de infecciones, sistemas centralizados de control de la temperatura del quirófano, mecanismos de transferencia de pacientes con escasa movilización, medidas físicas de protección ante la salida de sangre del campo quirúrgico, manguitos de torniquete preservables de varios tamaños, dispositivos radiológicos de control con barreras de protección, sistemas de calentamiento y perfusión rápida de fluidos, sistemas de recuperación sanguínea intraoperatoria, dispositivos de estimación y seguimiento de niveles de hemoglobina y aparatos de monitorización de alta tecnología, como el tromboelastograma.

Debe existir una comunicación fácil y efectiva con el banco de sangre para disponer de hemoderivados de manera urgente y un acceso concertado a un área de cuidados postanestésicos completamente dotada de recursos humanos y materiales, que incluya la continuidad de la monitorización invasiva

avanzada. Es indispensable contar con un equipamiento inventariado y minuciosamente revisado del manejo de la vía aérea difícil y si es posible, de un ecógrafo de alta resolución. La calidad de todo procedimiento aumenta si se dispone de guías protocolizadas de actuación en todos los ámbitos del acto quirúrgico.

2. Controles de seguridad. Prevención de errores

Existen factores de riesgo añadidos a la participación de varios profesionales en la misma intervención con procedimientos múltiples, favorecidos por el intercambio de personal cuando ya se había realizado el chequeo de seguridad y la falta de comunicación entre los integrantes del equipo. En nuestro país se están desarrollando diferentes documentos por parte del Ministerio de Sanidad en relación a la seguridad hospitalaria (www.msc.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/ec03_doc.htm).

La revisión de la seguridad del paciente es un tema de creciente actualidad y la monitorización de los eventos médicos adversos se va incrementando, sobre todo a nivel hospitalario. La Academia Americana de Cirujanos Ortopedistas (AAOS, www.aaos.org), había desarrollado desde 1998 la iniciativa *Sign your Site* (señala tu lugar, SYS, www.aaos.org/about/papers/advismt/1015.asp), a lo que se unieron la Sociedad de Columna Norteamericana (NASS, www.spine.org), con el *Sign, Mark and X-ray* (señala, marca y comprueba con radiología, SMax, www.spine.org/smax.cfm), y la Comisión de Articulaciones de la Acreditación de las Organizaciones de Salud en EEUU (JCAHO, www.jointcommission.org/), con el *Universal Protocol* (UP, www.jointcommission.org/PatientSafety/UniversalProtocol/), para prevenir el paciente erróneo, el procedimiento erróneo y el lugar quirúrgico erróneo. Todos estos programas describen listas de chequeo exhaustivas de todos los pasos incluyendo la verificación de la identificación inicial del paciente, alergias, administración de antibióticos, certificación del procedimiento quirúrgico, presencia de documentación clínica e imágenes y disponibilidad de equipamiento y material instrumental apropiados.

3. Colocación del paciente en la mesa quirúrgica

La correcta colocación del paciente en la mesa quirúrgica forma parte de la asistencia general y estará determinada por el procedimiento quirúrgico que se va a realizar, teniendo en cuenta la vía de acceso elegida por el cirujano y la técnica anestésica, también otros factores como la edad, estatura, peso, estado cardiopulmonar y enfermedades asociadas del paciente. Debe ser compatible con las funciones vitales como la respiración y circulación y deben protegerse las posibles lesiones vasculares, nerviosas y tensiones musculares.

Es una responsabilidad que comparten todos los miembros del equipo, por lo tanto se deben conocer muy bien los siguientes aspectos:

1. Posiciones corporales correctas
2. Mecánica de la mesa quirúrgica y medidas protectoras
3. Mantener siempre preparado y saber utilizar el equipo adecuado para las diferentes posiciones.

La colocación del paciente traumático requiere de un gran cuidado y precaución. Los desplazamientos han de ser cautelosos, especialmente en casos de lesión cervical o de extremidades gravemente afectadas y se ha de vigilar la manera muy estricta los puntos de apoyo en la mesa quirúrgica.

La posición ideal para la cirugía de trauma debería:

- facilitar la exposición del campo quirúrgico,

- minimizar las pérdidas sanguíneas y la probabilidad de daño de estructuras vitales (nervios, tejidos blandos, compartimentos y sistema cardiopulmonar)
- permitir la ventilación del paciente anestesiado o sedado.

Cada posición tiene sus riesgos específicos y es necesario prevenir cualquier complicación postoperatoria secundaria a la posición. Las responsabilidades interdisciplinarias que conciernen a la colocación del paciente deben ser claramente definidas y es esencial documentarla y supervisarla de manera detallada.

Recordar que: En la colocación del paciente en la mesa quirúrgica, deben evitarse las posiciones extremas de las articulaciones.

El nervio más comúnmente dañado con la colocación de las extremidades es el cubital, aunque hay estudios que han encontrado una disfunción asintomática preexistente hasta en un 30% de los casos.

Recordar que: La duración de la cirugía se considera factor importante de aparición de todas las complicaciones.

4. Tipos de posiciones quirúrgicas en Cirugía de Ortopedia y Traumatología

Las posiciones más frecuentemente utilizadas son el decúbito supino en mesa de tracción en la cirugía traumática del tercio proximal del fémur, la posición en prono con sus variantes para las intervenciones sobre la columna vertebral y la de semi-sentado (*beach-chair position*) para la cirugía del hombro y del húmero.

Posición en mesa ortopédica o de tracción. El paciente colocado en decúbito dorsal, debe quedar con los pies fijados a las botas mediante un buen acolchado. Esta posición permite traccionar, rotar, aducir o abducir las extremidades inferiores, según sea necesario. El peroné debe protegerse también. Los brazos del paciente deben descansar sobre el abdomen o sobre el apoyabrazos. Permite usar el intensificador de imagen para visualizar las fracturas.

Posición decúbito prono o ventral. Una vez anestesiado el paciente en decúbito supino (dorsal), se voltea sobre el abdomen. Esta maniobra se hará con lentitud y cuidado. Debe observarse que las vías respiratorias estén permeables, se llevan los brazos hacia delante por encima de la cabeza. El tórax se apoya con almohadas para permitir una buena expansión pulmonar y soportar el peso del cuerpo; los pies y tobillos se apoyan sobre un cojín para evitar la presión sobre los dedos; bajo las rodillas se recomienda poner una cinta de seguridad.

En esta posición se puede afectar la dinámica respiratoria, sobre todo en pacientes obesos, por la disminución de la *compliance*, pudiéndose requerir altas presiones en la vía aérea para ventilar adecuadamente a estos pacientes, lo cual repercutiría de forma perjudicial sobre el retorno venoso causando una disminución del gasto cardíaco e incrementando la presión sobre el mismo sistema venoso. Esto último puede resultar además en una hipoperfusión arterial espinal con isquemia medular en cirugía de reconstrucción espinal compleja, que expondría al paciente a un riesgo elevado de complicaciones neurológicas.

Modificaciones de la Posición en decúbito prono	
Posición de Kraske (o de la navaja)	Esta posición se utiliza en cirugía coccígea y en cirugía de columna lumbosacra. La mesa se quiebra al nivel de la cadera, en un ángulo variable dependiendo de la necesidad del cirujano. Los apoyabrazos se dirigen hacia la cabecera de la mesa para que los codos se flexionen cómodamente, la oreja en posición inferior se protege con almohadas grandes, las rodillas se elevan por encima de la superficie de la mesa, mediante la colocación de una almohada debajo de las piernas. Los dedos de los pies no deben descansar sobre la mesa, sino que deben elevarse también por una almohada ni sobresalir del borde de la mesa. Debe evitarse cualquier compresión de los genitales.
Posición de Laminectomía	Se consigue mediante diferentes dispositivos como la estructura de Andrews, en la que se modifica la posición del tórax respecto a las rodillas permitiendo una flexión de la cadera de hasta 90 grados o la de Wilson, que mantiene una curvatura y soporta el tórax y pelvis con ajuste lateral para mejorar la ventilación.
Posición para Craniectomía	Esta posición se utiliza para craniectomía y cirugía posterior de columna cervical. El paciente queda con el rostro dirigido hacia abajo, la cabeza sobresaliendo del borde de la mesa y la frente apoyada en el soporte especial en que la cabeza queda suspendida y alineada con el resto del cuerpo. Los brazos se ubican a los lados del cuerpo protegidos por sábanas. Para las piernas y pies se provee de protección con almohadas blandas

Otra complicación común en la posición de prono sería el incremento del sangrado principalmente en la cirugía de columna. La obstrucción parcial o completa de la vena cava inferior durante la intervención provoca un aumento de presión en el vaso y el desplazamiento de la sangre al sistema venoso vertebral (Plexo de Batson), que funcionaría como canal suplementario de descarga. El aumento de la presión intraabdominal, que es transmitida a la vena cava contribuyendo a su colapso, puede estar causada por múltiples factores externos o por la excesiva tensión de la musculatura abdominal. Por tanto, el colapso de la vena cava, exacerbado por la compresión toracoabdominal, causa una disminución significativa del gasto cardíaco, un incremento del sangrado, estasis del sistema venoso y el consecuente aumento de riesgo tromboembólico.

Semi-sentado (*beach-chair position*). Se debe tener cuidado con la correcta fijación de cabeza y cuello y especial atención con las zonas de apoyo (porción ulnar del brazo contralateral a nivel del codo) para evitar compresiones. Es necesaria la abducción, tracción, elevación y extensión de la extremidad quirúrgica. Es importante el control adecuado de la cabeza para evitar que con la tracción se produzca una elongación excesiva del plexo cervical y compromiso del retorno venoso.

Consecuencias posicionamiento en Quirófano				
	Circulatorio	Ventilatorio	Riesgos específicos	Tipos de Cirugía
Decúbito supino en mesa de tracción		↑ atelectasias basales	• Estiramiento raíces lumbo-sacras • Síndrome compartimental	• Reducción ortopédica y colocación de un enclavado endomedular de fémur • En algunas cirugías de fracturas de cadera
Decúbito prono	↓ retorno venoso ↓ GC	↓ compliance pulmonar ↑ CRF, ↑ V/Q, y mejor oxigenación	• Luxación de hombro. • Liberación masiva de mioglobina en cirugías de larga duración. • Ceguera postoperatoria por lo que es absolutamente imperativo evitar la presión sobre el globo ocular, tratar de acortar los tiempos quirúrgicos, controlar la hipotensión y minimizar las pérdidas sanguíneas. • Lesión del nervio femoral cutáneo lateral por compresión neuroapraxia del nervio a su paso por debajo de la espina ilíaca antero superior con posterior meralgia parestésica hasta en un 80% de los casos. Se suele resolver en un plazo medio de 3 meses post intervención	• Cirugía de columna y cóccix. • Intervenciones de cráneo • Osteosíntesis de codo • Reparación tendinosa del pie (rotura tendón de Aquiles)
Semi-sentado	↓ retorno venoso		Reflejo de Bezold-Jarish que se manifiesta por la presencia súbita de bradicardia e hipotensión	• Cirugía de hombro. • Osteosíntesis de fracturas de húmero

CRF: capacidad residual funcional; GC: gasto cardíaco; CPT: capacidad pulmonar total; V/Q: relación ventilación-perfusión

MONITORIZACIÓN DEL PACIENTE

A pesar de las difíciles condiciones posicionales y la avanzada edad de muchos pacientes, en la mayoría de casos es suficiente una monitorización básica (Pulsioximetría, ECG continuo, TA incruenta y Capnografía). La medición de la presión venosa central (PVC) será útil en la cirugía sin isquemia, donde se prevén importantes pérdidas sanguíneas, ya que en los pacientes con un sistema cardiovascular competente puede ser una guía fiable para la reposición de la volemia. La medición de la tensión arterial (TA) cruenta es un tema a debate, que se debería individualizar en cada caso, ya sea por la edad de muchos pacientes, la escasa visibilidad o acceso al campo quirúrgico y la posibilidad de que aparezcan alteraciones bruscas de la TA por la utilización de cementos óseos (todo ello son argumentos a su favor). También se debería considerar en pacientes con historia previa de enfermedad cardiovascular grave o en los casos que se pretenda practicar una técnica de hipotensión controlada. En la cirugía prolongada y en procedimientos mayores es recomendable practicar control horario de diuresis y monitorizar la temperatura.

Monitorización recomendada en la Cirugía ortopédica y/o en el paciente polifracturado

Monitorización hemodinámica – Cardiocirculatoria

Frecuencia cardíaca (ECG continuo)	PA (se valorará de manera individual la monitorización invasiva)	PVC o de aurícula derecha	Diuresis: indicador del flujo renal, del gasto cardíaco y del volumen intravascular. Se recomienda la realización de un sedimento urinario en todo traumatismo abdominopélvico, y test de embarazo en las pacientes traumatizadas en edad fértil	Valorar la colocación de catéter de Swan-Ganz®, PiCCO®, Flotrac®, para indicar el estado cardiocirculatorio, respiratorio y metabólico en pacientes que presenten: • Lesiones extratorácicas graves • Comorbilidad que pueda desestabilizarse con el traumatismo • Contusión miocárdica o traumatismo cardíaco con inestabilidad HDCA • Complicaciones evolutivas: SDRA
------------------------------------	---	---------------------------	---	--

Monitorización respiratoria y ventilatoria

Mecánica pulmonar en el paciente ventilado: concentración inspirada de O ₂ , presión máxima de la vía aérea, volumen corriente, volumen minuto, volumen espirado y PEEP	ET. de CO ₂ . Capnografía: relación ventilación / perfusión pulmonar (V/Q). También como monitorización indirecta en el caso de que ocurra un embolismo aéreo durante la cirugía	SaO ₂ Pulsioximetría
--	--	--

Temperatura

Se recomienda de forma continua, mediante una sonda esofágica en paciente intubado. Es importante que los fluidos se utilicen a temperatura controlada. Uso de dispositivos que permitan una reposición a temperatura controlada independientemente de la velocidad de infusión.

Controles analíticos

Hematocrito y hemoglobina	Glicemia. Función hepática Pruebas de coagulación y plaquetas Niveles de CPK, función renal	Gasometría arterial Lactatos EB
---------------------------	---	---------------------------------------

HDCA: hemodinámica; SDRA: Síndrome distrés respiratorio del adulto; PEEP: presión positiva al final de la espiración; V/Q: relación ventilación-perfusión; SaO₂: saturación arterial de oxígeno; CPK: creatin-fosfo-kinasa; EB: exceso de base.

APLICACIÓN DEL TORNIQUETE ARTERIAL

El propósito de este apartado está en discutir la aplicación del torniquete arterial, considerando su uso bajo varios tipos de anestesia, general y regional y anestesia regional endovenosa (ARE).

En general, la mayoría de las recomendaciones son conservadoras y representan sugerencias de diversos autores más que una "norma" para la práctica. La primera consideración que deberemos de tener en

cuenta es la de que el torniquete arterial no es fisiológico y está asociado a numerosos problemas y potenciales complicaciones.

La responsabilidad del torniquete, mantenimiento, aplicación y las posibles complicaciones caen tanto en el cirujano como en el anestesiólogo. Legalmente esto es similar a la colocación del paciente en la mesa quirúrgica.

Historia:

- Torniquete de Esmarch - 1873 (Esmarch). Fue el primero que se utilizó. Consiste en envolver una banda de goma alrededor de la extremidad. El primer problema son las altas presiones generadas. Se han demostrado presiones de más de 1.000 mm Hg. También se alarga y retuerce la piel durante la aplicación produciendo en ocasiones un trauma en la piel. Se comprobó que existía una incidencia mayor de lesión nerviosa temprana que con el torniquete neumático. Como resultado de esto el Esmarch ha sido generalmente abandonado dando paso al torniquete neumático.
- Torniquete Neumático - 1904 (Cushing)

Indicaciones del Torniquete Arterial:

- ARE - Contener al anestésico. Primer uso anestésico.
- Ayuda a la cirugía - El campo quirúrgico exangüe reduce las pérdidas de sangre y facilita la identificación de las estructuras, de este modo se reduce el tiempo y las complicaciones quirúrgicas.

Posiciones de uso:

- Brazo, Antebrazo
- Muslo, Pantorrilla
- Otros - Dedo, dedo del pie etc.
- Más comúnmente usado sobre el brazo y muslo.
- Los torniquetes en dedo son generalmente desaconsejados.

Mantenimiento del torniquete- comprobación del equipo

La mayor parte de la morbilidad del torniquete aparece como resultado de un mal funcionamiento del equipo. Por lo tanto, es importante programar el mantenimiento. Los torniquetes deberían de ser de tipo ortopédico, no deslizante, para todas las aplicaciones incluyendo la ARE. Debería usarse un manguito lo más grande posible. También, debe verificarse el equipo completo, incluyendo - fuente de presión, indicador de presión, regulador, tubos, conectores. Un problema frecuente es el fallo de los indicadores de presión.

El uso de gas automático ha sido desaconsejado.

Exanguinación de la extremidad, ¿porque?

La exanguinación de la extremidad antes de inflar el torniquete disminuye la cantidad de sangre distal al manguito. Esto reduce el sangrado en el campo quirúrgico y puede limitar los niveles sanguíneos de anestésico local (AL) en el caso de (ARE) cuando se desinfla el manguito.

Métodos:

- Vendaje de Esmarch de distal a proximal para compresión del tejido.
- Elevar el miembro 2 minutos antes de inflar el manguito.
- Férula neumática - comprime el miembro entero hasta el torniquete. Ventajas: rapidez, menos daño potencial para el tejido, uso estéril como con otros métodos.

Contraindicaciones relativas a la exanguinación del miembro:

- Miembro traumatizado.
- Reserva cardíaca pobre/especialmente izquierda - puede no tolerar el cambio de volumen.
- Infección importante de la extremidad - posibilidad de diseminación sistémica.

Aplicación del torniquete

No existen normas, sin embargo, han sido propuestas muchas recomendaciones.

Cuando se usa para ARE, debe ser aplicado por el anestesiólogo responsable. Se coloca primero un relleno liso y cómodo, para prevenir el traumatismo de la piel. Antes de inflar se debe quitar todo el aire del manguito y adaptarlo suavemente sin arrugas. En pacientes obesos, debe de tirarse distalmente de la piel y tejido subcutáneo durante la aplicación.

Es preferible la colocación proximal a la extremidad (en el muslo o brazo) porque las cantidades mayores de tejido y el músculo protegen a los nervios de una lesión potencial.

Poner el torniquete sobre el punto de máxima circunferencia de la extremidad. La colocación debajo de la rodilla o codo invita a un riesgo alto de complicaciones y es desaconsejada por algunos autores.

Evitar aplicar el manguito sobre prominencias de huesos o áreas donde la piel, nervios o vasos sanguíneos sean comprimidos excesivamente contra una superficie ósea dura. Tener cuidado con las deformidades de los huesos y lugares de fracturas previas. Existen informes de casos de parálisis del nervio radial por usar el torniquete en pacientes con historia antigua de fractura de húmero.

Inflado del torniquete: El torniquete debe inflarse rápidamente para impedir que la sangre quede atrapada en la extremidad durante el periodo en que la presión del manguito excede a la venosa pero no a la arterial.

Efectos del inflado del torniquete:

- El inflado del torniquete con exanguinación ocasiona un cambio en el volumen central de sangre y aumento teórico de las RVS.
- Esto conduce a aumentos leves de las presiones arteriales sistémicas y venosas centrales que son generalmente benignas.
- Estos cambios pueden ser importantes en pacientes con enfermedades cardiovasculares subyacentes.
- Los cambios de presión son obviamente mayores cuando se ocluyen ambas extremidades.

Presión del torniquete: El fin es producir un campo exangüe y/o contener anestésico local. Por lo tanto, la presión del manguito necesita ser suficientemente alta para impedir el paso de la sangre arterial y venosa. Sin embargo, el mayor mecanismo de la lesión nerviosa está relacionado con la excesiva presión. Por lo que el objetivo será producir una presión baja, sin riesgos, que mantenga la oclusión arterial y la hemostasia.

Esta presión mínima del torniquete que se requiere para mantener la hemostasia dependerá:

- *Tamaño de la extremidad* - Se requieren presiones más altas sobre el muslo que sobre el brazo porque tienen que ser comprimidas masas de tejido subcutáneo mayores para poder comprimir la arteria. Al contrario, hay que bajar las presiones en caquéticos y pacientes delgados.
- *Tipo de manguito y anchura del manguito.* - La presión del manguito requerida para eliminar el flujo de sangre disminuye con el aumento de la anchura del manguito. Los manguitos más amplios transmiten mejor la compresión al tejido, (recordar, que los manguitos demasiado estrechos dan lecturas altas falsas y, se necesitan presiones más altas para comprimir la arteria).

Se recomiendan los manguitos de 7 cm preferentemente a los de 5 cm, espacialmente para la pierna.

- *Enfermedad periférica vascular.* - Serán necesarias presiones altas en pacientes hipertensos y pacientes con vasos calcificados con menor compresibilidad
- *Rango de presión sistólica intraoperatoria.* - La presión sanguínea alta con presiones sistólicas en picos requieren presiones en el manguito más altas para una adecuada hemostasia.

Rango aproximado = Medida de la presión arterial preoperatoria del paciente. Inflar el manguito con 50 a 75 mmHg adicionales para el brazo y 75 a 100 para la pierna por encima de la basal. Nunca se debe de clampar el tubo para prevenir el desinflado, una fuga en el manguito puede no detectarse si la línea de presión se clampa.

Tiempo de torniquete

Mínimo - En la ARE se recomienda dar de 15 a 25 minutos, para minimizar la toxicidad sistémica. Con lidocaina al 0.5 %, 2.5 mg/kg en el brazo y desinflando en 5 min., el pico del nivel venoso es < de 2mcg/m.

Máximo - Aplicar a cualquier caso. Los límites absolutos para el torniquete de isquemia y compresión nerviosa no se han establecido. No hay regla sobre cuanto tiempo puede inflarse un manguito sin riesgo. El máximo de tiempo recomendado en la revisión de la literatura oscila de 1 - 3 horas. Normalmente entre 1.5-2 horas.

Factores de limitación:

Dolor al torniquete.

Daño tisular (muscular, nervioso, etc.)

Estos límites están basados en estudios bioquímicos, histológicos y medidas funcionales.

Por lo tanto el tiempo máximo recomendado es de 2 horas. Los estudios histológicos muestran generalmente cambios tempranos a más de 1 hora pero la necrosis celular y degeneración muscular aparece en 2 a 3 horas.

Los estudios funcionales muestran que la mayoría de los pacientes toleran 2 horas de isquemia con torniquete sin secuelas. Sin embargo, se han registrado parálisis por torniquete cuando el tiempo y la presión estaban en límites de seguridad. También, se han demostrado anormalidades del EMG y cambios funcionales con tiempos menores de 1 hora.

NO HAY TIEMPO MÁXIMO DE TORNQUETE SEGURO. El tiempo más seguro es el más corto. La información actual sugiere que la aplicación continua no debería exceder las 2 horas.

Reperusión: Si es necesaria la prolongación el tiempo de torniquete, se deberían usar tiempos de reperusión. Estos permiten la corrección de anormalidades metabólicas en la extremidad. La mayoría de estudios recomiendan 15 a 20 min después de una aplicación de inicial de 2 horas. El tiempo óptimo de reperusión para siguientes periodos de isquemia se desconoce.

Desinflado del torniquete: Efectos sistémicos del desinflado del torniquete:

- Desinflar un torniquete conduce a un paso de sangre con pH y PaO₂ baja y aumento de la PaCO₂, lactato y potasio. Esto produce cambios en los valores sistémicos: disminución del pH, disminución de la PaO₂, aumento de la PaCO₂, aumento del potasio, y aumento del lactato.
- Caída transitoria en la SaO₂, pero la hipoxemia sistémica es rara (Sat. O₂ normal).

- Aumento transitorio en EtCO₂. El Et CO₂ aumenta unos 8 mm Hg después de liberar el manguito de un muslo con un aumento de correspondiente de 10 mm Hg en la PaCO₂. Estos cambios se han estudiado y generalmente son leves y bien tolerados.
- Varios estudios han demostrado que los cambios pico son aproximadamente a los 3 min. y regresan a la basal en 30min.
- Hay una caída transitoria de la temperatura central de 0.7 °C dentro de los 90 seg. del desinflado de la pierna.

Hemodinámicos:

- Cambios hemodinámicos de moderados a leves con una caída transitoria de la PVC y presiones sistémicas arteriales.
- Descensos medios en la Ps de 14 - 19 mmHg.
- Incrementos medios en la frecuencia cardiaca de 6-12 lpm.
- Estos cambios son normalmente benignos, pero pueden ser significativos en pacientes con enfermedad cardiovascular coexistente.

Los cambios pueden reducirse con tiempos cortos de torniquete, Et CO₂ monitorizada y control de la ventilación. La preexistencia de anomalías metabólicas y enfermedad subyacente pueden aconsejar una línea arterial en el paciente de riesgo. La monitorización del pulso, presión sanguínea, estado respiratorio y neurológico son importantes cuando el torniquete se desinfla y durante la recuperación de las anomalías descritas anteriormente.

Contraindicaciones para la utilización del torniquete

Cuando se debería evitar el torniquete.

- Enfermedad periférica vascular. Raynaud.
- Heridos graves o extremidad traumatizada.
- Neuropatía periférica o enfermedad del SNC.
- Infección grave en la extremidad.
- Enfermedad tromboembólica en la extremidad.
- Cambios artríticos severos/resaltes óseos en la extremidad.
- Condiciones deficientes de la piel de la extremidad.
- Fístula AV.
- Carencia de equipo apropiado. Especialmente con la ARE.
- *Hemoglobinopatía de células falciformes*. El uso en estos pacientes es controvertido. Recordar que la enfermedad es promovida por hipoxemia, acidosis, y éxtasis circulatorio. Por lo tanto, un torniquete pone al paciente en riesgo. Las alteraciones metabólicas sistémicas inducidas por el desinflado producen potencialmente células falciformes en pacientes con anemia de células falciformes (Hb SS) y células parecidas a las falciformes (Hb AS). Por lo tanto, el uso del torniquete arterial en pacientes con Hb SS o Hb AS no puede recomendarse, estando pendiente de estudios adicionales. Si el uso del torniquete es absolutamente necesario, se pueden tomar algunos pasos:
 - Cambio-transfusión preoperatoria (40% HbAA).
 - Manejo médico habitual - evitar hipoxemia, acidosis depleción de volumen, hipotermia.
 - Exanguinación cuidadosa y total. Minimizar el tiempo de torniquete.
 - Hiperventilación moderada antes de la liberación del torniquete para minimizar la acidosis sistémica.

Complicaciones - problemas con el uso

Las complicaciones pueden aparecer por un uso inapropiado y pueden estar asociadas a las diferentes fases del uso del torniquete - exanguinación de la extremidad, inflado, mantenimiento, fallo en el mantenimiento, y desinflado del torniquete.

1. Sobrecarga de volumen

La exanguinación /torniquete sobre una pierna produce un significativo incremento de la PVC media de 9.7 cm de H₂ O. La exanguinación /torniquete en las dos piernas produce un aumento significativo de 14.5 cm de H₂O mantenido hasta la suelta del manguito en el 80 % de los casos. La exanguinación estimada de las dos piernas añade de 700 a 800 ml a la circulación central.

Cuando la reserva cardíaca es pobre, esta carga de volumen no puede tolerarse.

Se han descrito casos de paro cardíaco posterior a la exanguinación bilateral de las piernas.

Si aparecen signos de desarrollo de sobrecarga de volumen, el uso del torniquete debería abandonarse o usarse con un apropiado manejo de líquidos, vasodilatación y monitorización.

2. Embolia pulmonar

Existen varios informes sobre casos mortales por un embolismo secundario a la exanguinación de la extremidad e inflado del torniquete en pacientes hospitalizados con lesiones de la extremidad inferior.

La evaluación preoperatoria de la trombosis venosa es importante especialmente cuando están presentes factores de riesgo, como la inmovilización de más de tres días y traumatismo. Los hallazgos positivos son contraindicaciones relativas a la exanguinación y torniquete arterial, y es necesario un alto grado de sospecha porque la TVP puede ser clínicamente silente.

La embolia pulmonar se asocia también con el desinflado del manguito. Hay informes de casos de embolismo pulmonar seguidos al desinflado en cirugía de rodilla.

3. Traumatismo de la piel

Secundario a la inadecuada colocación del relleno y del manguito. La aplicación floja o con arrugas puede traumatizar la piel por presión cuando se infla el manguito. Pueden producirse quemaduras en la piel cuando las soluciones (como el alcohol yodado) se ponen debajo del manguito.

4. Fallo del torniquete. Inadecuada hemostasia (4 razones):

- 1 Inadecuada presión del torniquete - Filtración arterial y venosa.
- 2 El torniquete rezuma - Fallo evidente del torniquete; en procedimientos < 30 minutos, puede rezumar secundariamente al flujo medular de la sangre en el hueso, especialmente con el torniquete en el antebrazo. Incrementar la presión del torniquete si no se incrementa el riesgo de complicaciones.
- 3 Arterias incompresibles calcificadas (<1%).
- 4 Inadecuada exanguinación.

Si ocurre sangrado, primero verificar la función del torniquete y la presión sanguínea del paciente antes de hacer cualquier ajuste. Los problemas pueden estar en el paciente y no en el torniquete. Aumentar ciegamente la presión del manguito puede no tener ningún beneficio y puede aumentar el daño potencial.

5. Cambios metabólicos / sanguíneos gaseosos

Disminución pH, aumento PaCO₂, aumento K⁺, aumento lactato etc. Generalmente estos cambios son ligeros y bien tolerados. Sin embargo, puede ser de importancia la influencia de las alteraciones del CO₂

sobre el FSC. Aumentos en la Pa CO₂ pueden conducir a aumentos en el FSC y esto tiene implicaciones en el uso de torniquetes en pacientes con lesiones craneoencefálicas.

6. Dolor al torniquete

El torniquete produce dolor en más del 66 % de los pacientes, después de 30 a 60 min de inflar el manguito en pacientes que reciben anestesia regional del brazo o pierna. Se describe el dolor como mal localizado, profundo, quemante que, aumenta constantemente hasta hacerse insufrible y, que se alivia inmediatamente al desinflar el manguito. Es uno de los factores más importantes que limitan la duración del tiempo de torniquete en la anestesia regional.

Mecanismo (observaciones): Hay muchas explicaciones teóricas, pero el mecanismo no está completamente aclarado.

Algunas teorías:

Aparición del dolor secundario al bloqueo inadecuado de las grandes fibras nerviosas a causa de una **concentración /dosis inadecuada** de anestésico local.

Otro mecanismo sería la **compresión e isquemia** de grandes nervios que puede atravesar el bloqueo y producir dolor. Esto es apoyado por la observación de que altas dosis de anestésico local producen el mismo nivel espinal y disminuye la incidencia de dolor al torniquete.

Métodos para disminuir el dolor al torniquete:

Han sido propuestas diferentes modalidades de tratamiento. Por lo tanto, es difícil que alguna sea completamente efectiva.

- Sedación - Por disminución de la conciencia, puede retrasar el inicio.
- Opioides iv - Generalmente poco satisfactorios. No impiden el dolor al torniquete.
- Doble manguito, con manguito sobre zona anestesiada. (ARE) - No previene el dolor al torniquete, alivia temporalmente de 15 a 30 min.
- Bloqueo subcutáneo del intercostobraquial - Puede ser inefectivo. Retrasa la iniciación y no lo previene.
- Bloqueo simpático - Inefectivo.
- EMLA debajo del manguito - Tolerancia del manguito de 46.4 min a 37.5 min. Concluido este tiene un componente cutáneo el dolor al torniquete.
- Masaje vibratorio al inflado del manguito, no es efectivo.
- TENS - Poco satisfactorio.
- Deshinchado - El alivio del dolor se correlaciona con la corrección de las alteraciones metabólicas.
- Anestesia General.
- Liberación del torniquete.

7. La hipertensión del torniquete

La hipertensión inducida por el torniquete aparece en el 11-66% de los casos. La iniciación es análoga a la iniciación del dolor al torniquete, aproximadamente de 30-60 minutos. La etiología es incierta. Es probable que tenga el mismo origen que el dolor, y requiere un nivel crítico específico de isquemia celular en el músculo o nervio. Es más común con la anestesia general que con la anestesia regional. Hay una incidencia muy baja con la anestesia espinal.

8. Hemodinámicas

Exanguinación - Cambio de volumen con aumento de RVS (PA) y PVC. **Inflado / Mantenimiento** - Hipertensión al manguito después de 30 - 60 minutos.

Desinflado - Cambios hemodinámicos de medios a moderados. Caídas transitorias de las presiones venosas y sistémicas. Comúnmente benignas, pero pueden ser importantes en pacientes con enfermedad cardiovascular añadida. Se ha informado de infarto agudo de miocardio y parada cardíaca mortal coincidente con el desinflado. Los factores incluyen la disminución súbita en las RVS, disminución de la volemia, y suelta de metabolitos por la isquemia como (e. tromboxano).

Implicaciones: Se debe estar dispuesto para tratar los cambios hemodinámicos. Considerar monitorización invasiva si el estado cardiovascular del paciente lo requiere.

9. Lesión arterial

Puede producirse trombosis arterial por remover placas de la arteria. Ser conscientes de este problema en pacientes con riesgo de oclusión arterial (historia de embolia arterial, ancianos, PVD, drogas, carcinoma, etc).

10. Lesión muscular

El músculo es más susceptible al daño por isquemia que el nervio. El daño muscular es más severo debajo del torniquete por exponerse a la presión e isquemia. Con el aumento del tiempo de torniquete hay progresiva hipoxia tisular, acidosis y enfriamiento del miembro ocluido. El daño histológico del músculo es evidente después de 30-60 min de tiempo de torniquete. De 2 a 3 horas de isquemia produce necrosis celular y fuga del endotelio capilar. Estos cambios progresan y tienen el pico 24 horas de la suelta del manguito. Después de soltar el manguito, aumentan los niveles de CK y mioglobina. Las elevaciones importantes no aparecen a menos de pasar en 2 horas el tiempo de isquemia. La función fisiológica es anormal después del torniquete. La capacidad del músculo de desarrollar tensión puede estar disminuida por días.

11. Cambios tisulares - edema, síndrome compartimental, síndrome post-torniquete

Edema: Con el desinflado hay una inmediata hinchazón de la extremidad involucrada. Esto no está relacionado con la presión y el tiempo de isquemia. Es secundaria al retorno de la sangre a la extremidad y a la reacción hiperémica a la isquemia. La heparina y los corticoides no han ayudado en su resolución.

Síndrome Compartimental: Muy raro. Es necesario incluirlo en el diagnóstico diferencial de la disfunción neurológica y vascular post-torniquete.

"Síndrome post-torniquete ": Extremidad pálida, hinchada, rígida pero sin parálisis. De una a seis semanas de duración. La principal etiología es el edema postoperatorio.

12. Hematoma, sangrado

El sangrado no puede identificarse intraoperatoriamente, por lo tanto el cierre de la herida antes de la suelta del manguito predispone a la formación de hematoma y/o sangrado.

La vuelta del flujo de sangre después de la liberación del torniquete:

- Hematoma
- Lesión o daño arterial
- Síndrome compartimental

13. Neurológicos

Hay un amplio espectro de lesiones neurológicas desde parestesias hasta parálisis completa. La incidencia total de disfunción severa es extremadamente baja pero la incidencia de una más sutil disfunción neurológica es más grande de lo que apreciamos.

Recomendaciones

- Premedicar con sedantes para aumentar la tolerancia al manguito si el procedimiento se espera que dure > 30 minutos con una anestesia regional.
- Verificar siempre el torniquete como parte de la comprobación del equipo.
- Usar únicamente torniquetes neumáticos apropiados, evitar torniquetes con banda de goma (Esmarch).
- El tamaño del torniquete debería ser apropiado para el tamaño del brazo, los manguitos más amplios minimizan la presión. Más grande mejor.
- Usar presiones bajas de torniquete que den una hemostasia adecuada sin riesgos. No clampar el tubo. Controlar continuamente la presión del torniquete. Cuidar el uso del Smarch en pacientes de alto riesgo para DVT y PE.
- Aplicar el torniquete donde los nervios estén mejor protegidos por músculos.
- La colocación proximal evita que los nervios se compriman fácilmente.
- El tiempo más corto posible de torniquete es importante por muchas razones (dolor, hipertensión, trauma, cambios metabólicos, etc).
- El tiempo puede disminuirse demorando el inflado hasta el punto que sea posible.
- Una vez que el torniquete se ha desinflado quitar inmediatamente el manguito y el relleno de protección para ayudar a disminuir el edema secundario a la obstrucción venosa.
- Cuando el tiempo de torniquete se prolonga es necesario el uso de un torniquete doble y reperfundir en períodos intermitentes.

SINDROME DE EMBOLISMO GRASO

El síndrome del embolismo graso (SEG) constituye una entidad de insuficiencia respiratoria aguda, junto a rash petequeal y déficits neurológicos que se asocia con la presencia de partículas grasas en la microcirculación pulmonar.

La mayor incidencia de esta complicación se produce en el paciente politraumático con fracturas de huesos largos (fémur, tibia, húmero, etc), pero también deberemos tenerla presente en el contexto de la cirugía traumática programada, en especial en los casos de enclavado endomedular.

Recordar que: El SEG es una entidad compleja, de diagnóstico difícil y sin tratamiento etiológico. Es importante que los anestesiólogos tengan conocimiento de dicha entidad para intentar su prevención y diagnóstico temprano limitando así los riesgos al paciente.

Etiología del SEG

La embolia grasa se ha descrito asociada a diferentes etiologías: fracturas de huesos largos, fracturas de pelvis, artroplastia total de cadera o rodilla, linfangiografía, traumatismos que afectan a órganos grasos (hígado), esternotomía media, masaje cardiaco cerrado, transfusión sanguínea, trasplante de médula ósea, síndrome de descompresión, shock séptico, pancreatitis aguda, diabetes mellitus, by-pass cardiopulmonar, corticoterapia, anemia drepanocítica, quemaduras, infusión de lípidos, administración de ciclosporina y liposucción. Aunque la causa más frecuente es la fractura de huesos largos y de pelvis.

Su incidencia como complicación de fracturas aisladas de huesos largos se estima entre un 0,5 a un 2%, aunque ésta puede llegar a un 10% en fracturas múltiples de huesos largos y pelvis. Tiene más probabilidad de ocurrir después de fracturas cerradas que con las abiertas. En el paciente politraumático van a confluir un gran número de estas situaciones que explican que se haya podido objetivar embolia grasa en un 45-100% de casos en series de autopsia. No obstante, sólo un 0,5-11% de pacientes politraumáticos van a presentar clínica de SEG.

Dos hechos promueven la entrada del contenido medular en la circulación después de una fractura, el movimiento de los fragmentos del hueso inestable y la escarificación de la cavidad medular durante la colocación de un dispositivo de fijación interna. Ambos mecanismos, a causa de esta distorsión, y por el aumento de la presión en la cavidad medular, permiten la entrada de grasa de la médula en los canales venosos rotos que quedan abiertos en el trauma por estar adjuntos circunvalando al hueso (16).

Fisiopatología del SEG

Existen tres teorías que intentan explicar la aparición de este síndrome:

a) Teoría mecánica. Se explicaría por una simple obstrucción mediante conglomerados grasos de los capilares de diferentes territorios vasculares, de predominio pulmonar, cerebral, renal, oftalmológico y/o piel. Los capilares inferiores a 20 micras serían los de mayor riesgo obstructivo. La embolización de la grasa de la médula ósea al árbol vascular pulmonar es el evento que inicia el SEG. Se produce en minutos, e incluso segundos, tras la lesión ósea.

Los factores de riesgo para su desarrollo son: ausencia de inmovilización de la fractura o inmovilización inadecuada, fracturas cerradas de huesos largos y fracturas múltiples con inmovilización diferida; así mismo, favorecen su aparición la hemorragia y el shock concomitantes. Lo más frecuente es que el cuadro clínico se presente dentro de las 72 horas siguientes al traumatismo, (el 60% en las primeras 24 horas).

b) Teoría bioquímica. El motivo de ésta se explica porque el contenido de colesterol en médula ósea suele ser de un 1%; en cambio, el contenido de colesterol de los émbolos grasos es de un 30%. El propio traumatismo produce liberación de catecolaminas que movilizan ácidos grasos tóxicos para el endotelio vascular sobretudo pulmonar confirmándose mediante el desarrollo de vasculitis al inyectar material graso endovascular o tras fracturas óseas en animales de experimentación. Asimismo se produce una activación de lipasas plasmáticas que producen emulsificación de las grasas (16).

c) Teoría inmunológica. Básicamente se explica mediante la capacidad antigénica del material graso. Se produce una liberación de serotonina por activación plaquetaria, una liberación de histamina por activación mastocitaria y una liberación de lisozima por activación de granulocitos. También se produce una liberación de mediadores inflamatorios, citokinas e interleukinas, que desarrollan un aumento de la permeabilidad vascular pulmonar. A esto se solapan las propias alteraciones inmunológicas que se producen en todo paciente politraumático mediante la activación del complemento, la producción de radicales libres, la liberación de citokinas proinflamatorias y antiinflamatorias, desencadenando un síndrome de respuesta inflamatoria sistémica. Recordemos que la reacción provocada por un paciente politraumático ha de considerarse similar a una sobreactivación del sistema inmunitario.

Las consecuencias fisiopatológicas más evidentes son las pulmonares, siendo la hipoxemia arterial el dato más precoz y característico para el diagnóstico de este síndrome. La hipoxemia resulta como efecto global de un aumento del shunt pulmonar y de la presión media de arteria pulmonar y resistencias vasculares, derivados de la oclusión mecánica debida, no sólo a la embolización de la grasa, sino también a la formación de microtrombos y a la vasoconstricción arteriolar. Además, la microembolización puede

afectar al SNC, piel y retina dando lugar a infartos hemorrágicos. Se ha postulado que el paso de la grasa al sistema arterial puede llevarse a cabo a través de un foramen oval permeable o por la existencia de shunt broncopulmonares o arteriovenosas en el territorio pulmonar.

Clínica del SEG

La forma de presentación clínica del SEG es muy variable tanto en la forma como en el tiempo lo que hace que a menudo el diagnóstico se retrase si no existe una elevada sospecha.

Forma fulminante. Poco frecuente, descrita en casos aislados, aunque no se puede descartar que contribuya a la mortalidad de pacientes politraumáticos que mueren en el lugar del accidente o en el caso de cuadros súbitos intraoperatorios en forma de parada cardíaca (16).

Fisiopatológicamente predominan los mecanismos mecánicos con paso masivo de émbolos grasos a circulación sistémica y su impactación a nivel pulmonar. Como consecuencia se produce insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica y shock obstructivo por cor pulmonale agudo. Existen también casos descritos en los que destaca afectación neurológica grave, que se cree son debidos al paso masivo de émbolos grasos hacia la circulación cerebral debido a la existencia de shunts intrapulmonares o extrapulmonares.

Forma típica. Se caracteriza por la presencia de un intervalo libre de enfermedad variable desde el traumatismo/cirugía inicial, que suele durar entre 12-72h siendo lo más frecuente que los síntomas aparezcan entre las 24-48 horas. Tríada clínica con aparición de síntomas respiratorios-neurológicos en primer lugar y posteriormente un rash petequeial característico. Se puede acompañar de un gran número de síntomas inespecíficos como fiebre, taquicardia, anemia y trombocitopenia. A pesar de que la mayoría de casos seguirán este patrón característico, se han descrito casos con combinaciones variables de síntomas y signos, de manera que la ausencia o preponderancia de alguno de los componentes de la tríada clásica no nos debe hacer descartar el SEG. (Tabla 46-7).

Las alteraciones pulmonares son las más específicas. Típicamente este síndrome corresponde a un SDRA en donde, la disnea y la taquipnea, junto a hipocapnia e hipoxemia, son los hallazgos clínicos más evidentes. Es frecuente observar trombocitopenia asociada que se considera un marcador fiable de la severidad del daño pulmonar.

Las manifestaciones neurológicas siguen en frecuencia a las pulmonares, estados de ansiedad, irritabilidad y grados variables de confusión son las más típicas, aunque se han comunicado algunos casos de coma. La taquicardia y la fiebre inexplicada (38-40º) son también manifestaciones características. No obstante, el espectro clínico de este síndrome puede abarcar desde cuadros fulminantes a presentaciones subclínicas que cursan con discreta desaturación arterial.

Se usan los criterios de Gurd para diagnosticar un Síndrome de embolismo graso. Se requiere un criterio mayor y 4 menores. (Tabla 46- 7).

Diagnóstico del SEG

En la actualidad, no existe un *gold standard* diagnóstico aceptado universalmente.

Recordar que: El diagnóstico de SEG es exclusivamente clínico que se basa en la presencia de una serie de síntomas y signos en un contexto clínico apropiado.

Se trata de un hallazgo por exclusión tras haber descartado otras etiologías que expliquen la clínica del paciente.

Muchos estudios han intentado buscar marcadores bioquímicos en sangre (presencia de glóbulos grasos, niveles de lipasas), orina (lipiduria), lavado broncoalveolar (% macrófagos con inclusiones grasas) que

permitieran diagnosticar o predecir el riesgo de desarrollo de SEG pero, ninguno de ellos se ha mostrado adecuado. El fracaso de todos estos marcadores reside en que simplemente detectan la existencia de embolia grasa que está presente en prácticamente todos los pacientes sin discriminar cuales van a presentar clínica. Como ayuda al diagnóstico, y para facilitar la realización de estudios y su comparación, se han descrito varias puntuaciones clínico-analíticas entre las que destacan los criterios de Gurd y los de Vedrinne.

Criterios de Gurd para el diagnóstico del Síndrome de Embolismo Graso	
Criterios mayores de Gurd	Criterios menores de Gurd
• Petequias axilares o subconjuntivales • Presentación abrupta • Hipoxemia de PaO₂ <60 mmHg; FiO₂ ≤ 0.4) • Depresión de SNC desproporcionada a la hipoxemia y el edema pulmonar	• Taquicardia (mayor a 110/min). • Fiebre mayor a 38.5 °C • Embolismo a la exploración retinal fundoscópica (<i>signo de Purtscher</i>) • Grasa en orina • Caída abrupta del hematocrito o en la cuenta de plaquetas sin explicación • Glóbulos de grasa en esputo

Criterios de Vedrinne. Descritos en 1992 en base a un pequeño estudio prospectivo realizado en enfermos de UCI, por lo que tiene el valor de que es la única escala que se ha desarrollado exclusivamente con datos obtenidos en enfermos críticos. Se basa en una serie de signos y síntomas (Tabla 46-8) que reciben una puntuación parcial según su presentación y su intensidad, obteniéndose una puntuación total suma de los mismos. Vedrinne considera que el diagnóstico de SEG es altamente probable si la puntuación es ≥ 8.

Criterios de Vedrinne para el diagnóstico del Síndrome de Embolismo Graso			
SIGNOS	PRESENTE=0	PRESENTE=1	PRESENTE=2
Infiltrados Pulmonares	No	Moderados o localizados	Difusos
Neurológico	No	Alteración nivel consciencia o alteración EEG típica (ondas lentas bifrontales)	Alteración nivel consciencia y alteración EEG típica (ondas lentas bifrontales)
Petequias cutáneas	No	Moderadas	Difusas
Recuento plaquetario (10⁹/l)	>200	>100 y <200	< 100
Cambios retinianos	No	Hemorragias o émbolos grasos retinianos	Hemorragias y émbolos grasos retinianos
Lípidos (mmol/l)	Colesterol > 3,5	Colesterol < 3,5	Fosfolípidos < 1,9
Fracturas huesos largos o pelvis	No	1	2 o más

Tratamiento del SEG

Una parte importante del tratamiento se basa en el control de los factores de riesgo. La fijación precoz de las fracturas disminuye la incidencia de SEG, por lo que se recomienda incluso en pacientes con trauma múltiple; asimismo se deben corregir de forma enérgica los estados de hipoperfusión tisular.

El uso de corticoides para la profilaxis de SEG es controvertido. Si bien algunos estudios han mostrado su utilidad, los efectos adversos, sobre todo el riesgo de infección, asociados a su uso, los desaconsejan de forma rutinaria.

SÍNDROME COMPARTIMENTAL

Se produce cuando aumenta la presión dentro de un compartimento óseo-músculo-fascial de brazo o pierna, comprometiendo la circulación tisular y la función de los tejidos. Suele aparecer con mayor frecuencia en varones y en menores de 35 años, tras un traumatismo, quemaduras, isquemia y reperusión de la extremidad, compresión prolongada o por sobredosis de drogas. Se ha asociado a un 4,3% de las fracturas de tibia, 3,1% de las fracturas de húmero y 0,25% de las fracturas de radio distal y se observa en el 20% de los miembros con isquemia aguda que han sido revascularizados.

Fisiopatología del Síndrome Compartimental

Aunque se han manejado diferentes hipótesis para describir la alteración de la microcirculación se podría explicar por un incremento de la presión intracompartimental que provoca un aumento de la presión venosa y una disminución del gradiente de presión arteriovenoso con una disminución de la perfusión tisular local. Se produciría así una disminución del drenaje venoso con un aumento de la presión intersticial y del edema tisular. Un mayor drenaje linfático intentaría compensar este aumento del fluido intersticial pero llegando a un umbral máximo de presión se produciría un colapso de los vasos linfáticos con más edema, compromiso de la perfusión tisular y de los nervios. En fases avanzadas se afectaría también el flujo arterial.

El manejo del síndrome compartimental requiere un alto grado de sospecha para detectarlo precozmente y hacer el tratamiento más adecuado, dado que un retraso puede llevar a una discapacidad severa, con lesión neurológica permanente, necrosis muscular, infección, amputación, fallo renal por mioglobinuria y a veces incluso muerte. La extensión de la lesión se relaciona directamente con el tiempo de isquemia y con el tiempo de demora desde el diagnóstico hasta la descompresión del compartimento mediante fasciotomías. Parece que retrasos de más de 12 horas comportan secuelas irreversibles, mientras que si se practica la fasciotomía antes de las 6 primeras horas del diagnóstico, la recuperación sería completa.

Recordar que: El síndrome compartimental requiere un alto grado de sospecha para detectarlo precozmente y hacer el tratamiento más adecuado.

Clínica del Síndrome Compartimental

Los síntomas iniciales son dolor intenso y parestesias. Dado que el dolor es subjetivo y que a veces el paciente está sedado o bajo analgésicos potentes por la fractura subyacente, no siempre es fácil tener la sospecha clínica en los primeros estadios. En pacientes con lesión nerviosa asociada o con afectación del compartimento posterior exclusivamente, el dolor puede ser mínimo inicialmente. Siempre se debe estar alerta, en pacientes con fracturas de riesgo, ante un dolor que se hace de difícil control o un paciente que requiere una sedación excesiva.

Los signos primarios suelen ser tensión muscular, edema, dolor al estiramiento pasivo del músculo, pérdida de sensibilidad y debilidad muscular en fases más avanzadas. Se ha de tener en cuenta que el pulso distal sólo se perderá cuando la compresión sea extrema.

Diagnóstico del Síndrome Compartimental

Ante la sospecha clínica en pacientes de riesgo se debe realizar una monitorización de la presión intracompartimental. Se determinará a través de una aguja conectada a un manómetro o transductor,

preferiblemente con medición de presión continua. Se recomienda colocar la aguja a unos 5 cm del foco de fractura, ya que suele ser el punto de mayor presión, pero sin dejarla en el mismo foco ya que provocaríamos una fractura “abierta” con riesgo de infección. Se deben medir las presiones de todos los compartimentos de la extremidad y dejar la aguja de forma continua en el compartimento de mayor presión.

Recordar que: Se considera que la presión normal de un compartimento muscular oscila entre 10-12 mmHg.

La cifra de tensión intracompartimental, por encima de la cual se debería realizar una fasciotomía no está clara y se han sugerido presiones absolutas por encima de 30, 45 o 50 mmHg en diferentes estudios, aunque parece que por encima de 30 mmHg la presión capilar sería insuficiente para mantener el flujo sanguíneo muscular y confirmaría el síndrome. Presiones de perfusión inferiores a 21 serían diagnósticas, aunque el rango varía de 10 a 35 mmHg en diferentes estudios.

Se han postulado otros métodos para confirmar el diagnóstico como la resonancia magnética, que permitiría visualizar el edema y la pérdida de la textura normal del músculo pero en fases avanzadas y además, requiere un tiempo de traslado y realización. La escintigrafía, que evaluaría la perfusión regional, el doppler o la espectroscopia de infrarrojos que mide variaciones en los niveles de hemoglobina y mioglobina muscular, son métodos más limitados y con gran variabilidad.

Tratamiento del Síndrome Compartimental

El tratamiento debe ser lo más precoz posible. En los casos en que la presión diferencial se encuentre por encima de 30 mmHg se iniciarán medidas conservadoras, como mantener una presión arterial óptima en pacientes con hipotensión, retirar todo aquello que comprima la extremidad como yesos o vendajes, dar soporte de oxígeno suplementario y dejar la extremidad a nivel del corazón para no aumentar el edema. En los casos en los que la presión diferencial cae por debajo de 30 mmHg o en los que los signos y síntomas se mantienen a pesar de las medidas conservadoras, se debe plantear la realización de fasciotomías extensas, que permitan abrir en el caso de la extremidad inferior los cuatro compartimentos, con lo que conseguiremos disminuir la presión y restituir el flujo sanguíneo a los tejidos.

USO DEL CEMENTO EN CIRUGÍA ORTOPÉDICA. COMPLICACIONES

El desarrollo y caracterización de cerámicas de fosfatos de calcio formuladas como cementos tiene como objetivos principales conseguir biomateriales que tengan utilidad como sustitutivos óseos, que puedan ser moldeados antes de la implantación para adaptarlos correctamente a los defectos óseos y que sean capaces de fijarse al hueso en forma óptima para mejorar su estabilidad inicial y alcanzar una apropiada resistencia mecánica. En este grupo de biomateriales se clasifican los cementos basados en compuestos orgánicos, como el cemento de polimetilmetacrilato, y aquellos basados en compuestos inorgánicos, dentro de los cuales se incluyen los cementos de fosfatos de calcio.

El cemento acrílico de polimetilmetacrilato está compuesto por una fase en polvo de polímero de metilmetacrilato y una fase líquida que corresponde al monómero, cuya mezcla desencadena una reacción de polimerización que se acompaña de importantes efectos exotérmicos (la temperatura generada puede superar los 80º C), hasta que se obtiene finalmente un material sólido, resistente e irreabsorbible.

En cirugía ortopédica y traumatología se emplea principalmente para la fijación de endoprótesis articulares y en el relleno de defectos óseos, teniendo en consideración que este material no se comporta como sustitutivo.

Los cementos inorgánicos que pueden emplearse como sustitutivos óseos también están constituidos por una fase en polvo que, al ser mezclada con una cierta cantidad de una solución acuosa, da lugar a la formación de una pasta con características plásticas. La transformación de la pasta inicial del cemento óseo en un cuerpo sólido se obtiene en dos etapas. Primero, se produce el proceso de fraguado, en que la pasta plástica se transforma en rígida, de manera que si se moldea nuevamente o se mezcla con más solución líquida la plasticidad no se recupera. En la segunda etapa ocurre el proceso de endurecimiento, en el que la pasta rígida aumenta su resistencia mecánica hasta transformarse en un cuerpo sólido.

El cemento óseo fraguado puede describirse como un entramado de finos cristales interconectados, que se bloquean mutuamente conformando una estructura rígida.

COMPLICACIONES: Las complicaciones asociadas directa o indirectamente al uso del cemento óseo acrílico polimetilmetacrilato (PMMA) en la cirugía ortopédica pueden ser muy graves, e incluyen disminución del gasto cardíaco, aumento de la presión arterial pulmonar, hipoxemia, hipotensión sistémica, arritmias, parada cardíaca y muerte súbita. La más frecuente es la hipotensión, cuya frecuencia varía según la sensibilidad del método de monitorización utilizado, desde un 30% hasta un 100% de los casos.

Las teorías implicadas en este fenómeno incluyen embolismo aéreo, efecto depresor directo de los monómeros de PMMA en el miocardio y el embolismo de componentes celulares intramedulares y grasa, que para algunos autores es el factor más importante. Este acontecimiento tromboembólico vinculado y más característico de la cirugía ortopédica cementada es conocido como ***síndrome de implantación de cemento óseo (SICO)***. Para el SICO no hay una definición ampliamente aceptada y es remarcable la escasez de recomendaciones para su prevención y tratamiento.

El SICO se podría definir como un síndrome caracterizado por hipoxia, hipotensión o ambos y/o una inesperada pérdida de consciencia acontecida durante la cementación, inserción de la prótesis, reducción de la articulación o tras suelta del torniquete si acontece en la artroplastia de rodilla. La presentación clínica es muy variada: muchos pacientes desarrollan un *SICO no fulminante* caracterizado por una significativa y transitoria reducción de la saturación arterial de oxígeno y tensión arterial en el tiempo de pericementación. Una pequeña proporción de pacientes desarrollan un *SICO fulminante* provocando importantes alteraciones cardiovasculares y a nivel pulmonar, con alteración del gasto cardíaco, hipertensión pulmonar y disfunción del ventrículo derecho que pueden ocasionar arritmias, shock y paro cardíaco. Hay estudios mediante técnicas de *ecografía doppler transcraneal* que demuestra la presencia de contenido del canal femoral en la circulación cerebral en el 40% de los pacientes sometidos a cirugía de cadera. Asimismo se ha descrito por *ecocardiografía transesofágica* durante cirugía de cadera cementada la presencia de fenómenos embólicos desde el 13 al 93% en función del tipo de técnica de cementación. A pesar de estas altas incidencias descritas, la mayoría de pacientes toleran bien estos fenómenos ya que la mayor parte del material embólico tiene un tamaño menor de 75 micras y esto no suele tener repercusión clínica.

La fisiopatología del SICO no está totalmente esclarecida y actualmente hay varios modelos descritos solos o en combinación que implican a los monómeros del cemento óseo, la liberación de histamina y migración de émbolos que producirían por una parte una obstrucción y por otra una liberación de mediadores vasoactivos y proinflamatorios. Una vez llegados a este punto se hace necesario plantearse

qué hacer con estos fenómenos tromboembólicos que suelen presentarse de forma subclínica en la mayoría de los casos pero que en algunos pacientes pueden provocar TEP, paro cardíaco y muerte.

Los niveles a actuar son tres: a) identificar los pacientes de riesgo; b) medidas anestésicas y c) medidas quirúrgicas.

Los factores de riesgo de presentar SICO son múltiples y referenciados en la bibliografía médica. Las podríamos dividir en *sistémicos*, como edad avanzada, función cardiopulmonar disminuida y la hipertensión pulmonar pre-existente, y en *óseas o locales* como la presencia de osteoporosis, metástasis óseas y fracturas de cadera patológicas o intertrocantéreas. Estas tres últimas se asocian a la existencia de un lecho vascular anómalo que facilitaría la migración del contenido medular hacia la circulación.

Las medidas anestésicas para disminuir el impacto del SICO empiezan con la implicación del anestesiólogo en el seguimiento y estudio de los pacientes seleccionados para cirugía que pueden presentar factores de riesgo y en la necesidad de la coordinación con el cirujano para, si es posible, seleccionar una cirugía no cementada. La mayor incidencia de parada cardiorrespiratoria se produce en la cirugía de cadera cementada y sobre todo si es una reartroplastia. Las medidas asistenciales se basan en garantizar un aporte elevado de oxígeno, relleno vascular con una fluidoterapia optimizada y monitorización adecuada para detectar precozmente los signos de alarma del SICO: descenso de la saturación arterial de oxígeno, descenso de tensión arterial y/o gasto cardíaco, descenso del CO₂ en la capnografía en la anestesia general y alteración inesperada del nivel de conciencia cuando el paciente está consciente con una anestesia locorregional. Es imprescindible insistir en el adecuado relleno vascular pues es sabido que, en situación de hipovolemia es más fácil la entrada de sustancias exógenas dentro de la circulación. A pesar de que algunos autores preconizan el uso de la ecocardiografía transesofágica (ETE) como parte de la monitorización de pacientes de riesgo su uso no está generalizado por el coste y la necesidad de un entrenamiento. Creemos que esta técnica se debe reservar para casos muy concretos y cuando su utilización en nuestro medio nos aporte un mejor manejo del paciente, ya que hay que tener en cuenta de que es posible que detecte numerosos émbolos sin repercusión clínica y que posiblemente no necesitarán de tratar.

Existen una serie de medidas quirúrgicas para disminuir los fenómenos tromboembólicos: lavado de la cavidad medular, correcta hemostasia antes de la inserción del cemento, minimizar la longitud de la artroplastia, artroplastias no cementas, correcta aspiración de la cavidad medular y aire en canal medular, y el uso de una pistola de cemento de forma retrógrada en la colocación del cemento óseo.

Manejo del SICO. Durante las cirugías que pueden presentar estos fenómenos embólicos hay dos gestos quirúrgicos en que el anestesiólogo debe prestar especial atención: a) la reducción del componente femoral, ya que la manipulación sobre los vasos sanguíneos puede ser facilitadora de la entrada de material embolígeno en la circulación, y b) durante la cementación ósea.

Ante la sospecha de un fenómeno embólico se debe aumentar la fracción inspiratoria de O₂ al 100%, optimizar el relleno vascular con fluidoterapia, si es preciso enérgica, y valorar el uso de drogas vasoactivas, en especial las alfa-agonistas, cuando la sospecha del colapso sea por disfunción del ventrículo derecho o por vasodilatación.

DIFERENTES TIPOS DE CIRUGÍA TRAUMATOLÓGICA

1 FRACTURA DEL CUELLO DE FÉMUR

La cirugía de la fractura del cuello femoral es muy frecuente en las personas de edad avanzada.

La conservación del estado de conciencia mediante bloqueos y técnicas locorreionales, se ha considerado durante mucho tiempo como una gran ventaja con respecto a la anestesia general. Sin embargo, un metaanálisis realizado a partir de 13 estudios, no ha mostrado una diferencia significativa entre ambos tipos de anestesia en lo que se refiere a mortalidad y morbilidad postoperatorias, con excepción de las trombosis venosas profundas que son más frecuentes después de la anestesia general. Un estudio prospectivo que incluyó a 1333 pacientes a lo largo de 4 años y medio, ha confirmado recientemente esos resultados pero no ha demostrado que éstos obedezcan a un efecto favorable de la ALR sobre la incidencia de las trombosis venosas profundas.

Fracturas del tercio proximal del fémur		
	Fractura del tercio proximal de fémur (Intracapsular)	Fractura del tercio proximal de fémur (Trocantéreas)
Posición quirúrgica	Decúbito lateral	Decúbito supino en mesa de tracción
Tiempo quirúrgico	superior > 100 minutos	90-120 minutos
Profilaxis antibiótica	Cefazolina 2g preop y 1gr/ 8 h primeras 24 h post - IQ	Cefazolina 2g preop y 1gr/ 8 h primeras 24 h post - IQ
Técnica anestésica recomendada	Subaracnoidea T8 de elección	Subaracnoidea T8 de elección
Monitorización intraoperatoria	Básica	Básica
Sangrado previsible	400 – 800 ml	< 300 ml
Reserva de sangre	2 concentrados de hematíes	2 concentrados de hematíes
Dolor postoperatorio	Moderado	Moderado
Complicaciones más frecuentes	Hipotensión secundaria al bloqueo subaracnoideo	Hipotensión secundaria al bloqueo subaracnoideo

2 FRACTURAS MÚLTIPLES

Puede ocurrir que un herido tenga varias fracturas en los miembros. A menudo se trata de jóvenes en los que pueden realizarse varias osteosíntesis en un mismo tiempo operatorio. La inmovilización rápida de los focos de fractura disminuye el riesgo de embolia grasosa y, sobre todo, la gravedad de las mismas. Con respecto a los miembros inferiores, evita el decúbito prolongado que, en la persona de edad avanzada en particular, facilita la obstrucción de las vías respiratorias, la infección pulmonar y el desarrollo de trombosis venosas profundas, y retrasa la reanudación del tránsito intestinal. La diversa localización de las lesiones así como la duración de las intervenciones requieren necesariamente una anestesia general, a pesar del inconveniente de la inducción en un paciente con el estómago lleno e hipovolémico.

La hemorragia provocada por las fracturas (de fémur y pelvis en particular) y la osteosíntesis de las mismas, necesita generalmente una transfusión homologa que puede ser abundante.

Estrategia de tratamiento de las fracturas múltiples			
	Tratamiento precoz definitivo		Control de daños (<i>damage control</i>)
	Enclavado endomedular	Osteosíntesis	Fijadores externos
Posición quirúrgica	Decúbito supino en mesa de tracción	Decúbito supino y/o en mesa de tracción	Decúbito supino
Tiempo quirúrgico	90-120 minutos	superior > 120 minutos	90 – 120 minutos según extremidades afectadas
Profilaxis antibiótica	Cefazolina 2g preop y 1gr/ 8 h primeras 24 h post – IQ, dependiendo si existe riesgo de contaminación	Cefazolina 2g preop y 1gr/ 8 h primeras 24 h post – IQ, dependiendo si existe riesgo de contaminación	Cefazolina 2g preop y 1gr/ 8 h primeras 24 h post – IQ, dependiendo si existe riesgo de contaminación (ver tratamiento de las fracturas abiertas)
Técnica anestésica recomendada	Anestesia general y/o Subaracnoidea T8 según estado del paciente	Anestesia general y/o Subaracnoidea T8 según estado del paciente	Anestesia general y/o bloqueos periféricos de forma coadyuvante
Monitorización intraoperatoria	Avanzada	Avanzada	Avanzada
Sangrado previsible	400 – 600 ml Hematoma fracturario no evaluado	< 800 ml Hematoma fracturario no evaluado	1000 – 2000 mL dependiendo de las fracturas
Reserva de sangre	Mínimo 2 concentrados de hematíes	Mínimo 2 concentrados de hematíes	Más de 4 concentrados de hematíes y, probablemente plasma fresco
Dolor postoperatorio	Moderado	Moderado	Severo - Moderado
Complicaciones más frecuentes	Hipoxemia si se produce un SEG durante el fresado de la cavidad endomedular	Mayor pérdida hemática sino se realiza cirugía mínimamente invasiva	Inestabilidad hemodinámica dependiendo de las lesiones asociadas

DIFERENTES TIPOS DE CIRUGÍA ORTOPEDICA

1 CIRUGIA DEL MIEMBRO SUPERIOR

Las técnicas usuales comprenden los bloqueos de plexos y tronculares. Actualmente ya no parece indispensable utilizar un neuroestimulador durante la práctica de un bloqueo periférico y hay que contar con las técnicas mediante ecografía.

HOMBRO

La cirugía ortopédica del hombro comprende esencialmente las intervenciones por fractura de la cabeza humeral, rotura del torniquete o manguito de los rotadores, luxaciones recidivantes, acromioplastia y prótesis de hombro. El paciente se coloca habitualmente en decúbito ventral o prono con el hombro fuera de la mesa de operaciones, o en decúbito lateral. La artroscopia se realiza por vía posterior subacromial o por vía transdeltoidea.

La cirugía a campo abierto necesita, en la mayoría de los casos, una incisión que rebasa el plexo braquial por delante y por detrás. Para efectuar una maniobra en esta región, es preciso bloquear las raíces C3 a

C7, o sea la porción inferior del plexo cervical y la porción superior del plexo braquial. Para colocar una prótesis en el hombro hay que bloquear además las raíces C8 y D1. El bloqueo del plexo de elección para la cirugía del hombro es el interescalénico. Este tiene difusión rostral cualquiera que sea la técnica empleada, y a pesar de la compresión digital por encima del punto de punción.

Para evitar los múltiples sitios de inyección, en caso de cirugía del hombro con daño tisular, al bloqueo interescalénico se asocia anestesia general.

BRAZO Y CODO

La cirugía del brazo y del codo se refiere básicamente a la traumatología humeral, diafisaria y epifisaria, y a las lesiones de las articulaciones humerorradial y radiocubital. Los territorios correspondientes incluyen de C5 a D1. Principalmente se trata del nervio axilar, braquial cutáneo interno, cutáneo posterior del antebrazo, braquial cutáneo lateral y cutáneo interno del antebrazo. Las vías selectivas de bloqueo pléxico son las supra e infraclaviculares.

ANTEBRAZO Y MANO

La cirugía del antebrazo y de la mano corresponde básicamente a la traumatología y a la mano reumática. Los territorios correspondientes incluyen de C5 a D1. Se trata de los nervios radial, mediano, cubital, braquial cutáneo interno y cutáneo lateral del antebrazo. Las técnicas más utilizadas son el bloqueo axilar y el multibloqueo troncular en el canal humeral, que se completan en caso de necesidad con bloqueos tronculares en el codo o la muñeca.

Si se utiliza un torniquete neumático durante la intervención, es indispensable practicar una inyección subcutánea en las ramas del nervio cutáneo interno del brazo.

La kinesiterapia postoperatoria de una cirugía tendinosa puede facilitarse si se coloca un catéter axilar y una perfusión de anestésico local. Gracias al bloqueo simpático per y postoperatorio que produce una vasodilatación del miembro, los bloqueos periféricos mejoran el pronóstico de la cirugía de reimplantación.

2 CIRUGIA DE LA PELVIS Y MIEMBRO INFERIOR

La anestesia peridural y la anestesia intradural se utilizan a menudo, así como los bloqueos periféricos. El uso peroperatorio de ALR requiere una latencia corta, una relajación muscular óptima (bloqueo motor necesario en las luxaciones y los accesos transmusculares) y una analgesia potente (tracciones ligamentosas, luxaciones, torniquete).

PELVIS Y CADERA

La cirugía ortopédica de la pelvis y la cadera corresponde básicamente a la cirugía protésica, traumatológica o reparadora de la cadera. Las metámeras incluidas abarcan de D 12 a S1. Se trata de los nervios subcostal, cutáneo lateral del muslo, femoral y ciático. Los bloqueos perimedulares se adaptan bien a esta cirugía. Un nivel metamérico que alcance D 10 es necesario y suficiente.

La anestesia peridural se ha utilizado considerablemente en cirugía de la cadera. Sin embargo, existen algunas limitaciones en esta indicación: el bloqueo motor rara vez es completo, la incomodidad de la posición difícilmente se tolera más de 2 horas y la retención urinaria es frecuente. Además, la impregnación de las raíces L5 - S1 de mayor diámetro a menudo no se consigue, a pesar del incremento de las cantidades de anestésico local, y la distribución peridural de éste es imprevisible en la persona de edad avanzada.

La mayoría de los autores prefiere la anestesia intradural; los progresos técnicos así como el perfeccionamiento del material (aguja fina 27 G, pabellón cónico o redondeado) facilitan la práctica de este tipo de anestesia en la persona joven, con un porcentaje de cefalea postpunción inferior al 1,8 %.

El nivel metamérico alcanzado depende de la posición del paciente durante la inyección del volumen de líquido cefalorraquídeo, de la densidad de la solución y de la dosis administrada. El bloqueo sensitivo (L5S1) y motor es siempre más intenso que con la vía peridural, con más razón si se emplean dosis suficientes.

En la persona de edad avanzada se prefiere la anestesia intradural continua por las bajas repercusiones hemodinámicas. La utilización de agujas y catéteres muy finos (de 28 a 32 G) para disminuir las cefaleas postpunción ocasiona, en el 20 % de los casos, dificultades para colocar o retirar el catéter. Con esta técnica se ha referido una incidencia del síndrome de la cola de caballo de 1/1000 casos. Este accidente se produce por mala distribución de la solución anestésica en el LCR, además de la neurotoxicidad propia del anestésico empleado (lidocaína 5 %).

Se consideran como causas de mala distribución: la dirección caudal del catéter (más frecuente cuando menor sea el calibre), la lenta velocidad de inyección, la posición del paciente en decúbito dorsal durante la inyección (lordosis lumbar) y la densidad de la solución anestésica.

Los bloqueos del plexo lumbar por vía posterior o anterior (bloqueo 3 en 1, bloqueo de la fascia ilíaca) se reservan para la analgesia postoperatoria.

Tratamiento de las fracturas de pelvis		
	Control de daños (<i>damage control</i>)	Tratamiento definitivo
	Fijadores externos	Osteosíntesis
Posición quirúrgica	Decúbito supino	Decúbito supino y/o decúbito prono
Tiempo quirúrgico	< 90 minutos	> 120 minutos según fracturas asociadas
Profilaxis antibiótica	Cefazolina 2g preop y 1gr/ 8 h primeras 24 h post – IQ, dependiendo si existe riesgo de contaminación	Cefazolina 2g preop y 1gr/ 8 h primeras 24 h post – IQ, dependiendo si existe riesgo de contaminación
Técnica anestésica recomendada	Anestesia general y/o bloqueos periféricos de forma coadyuvante	Anestesia general y/o bloqueos periféricos de forma coadyuvante
Monitorización intraoperatoria	Avanzada	Avanzada
Sangrado previsible	Mínimo	1000 – 2000 mL dependiendo de las fracturas y tipo de síntesis
Reserva de sangre	Más de 4 concentrados de hematíes y, probablemente plasma fresco si estamos en la fase de sangrado activo	Mínimo 2 concentrados de hematíes y/ o plasma fresco según la complejidad de la reconstrucción
Dolor postoperatorio	Severo - Moderado	Severo - Moderado
Complicaciones más frecuentes	Inestabilidad hemodinámica dependiendo de las lesiones asociadas	Pérdida hemática importante durante la cirugía

FÉMUR Y RODILLA

Esta cirugía comprende la traumatología femoral, las osteotomías y la cirugía protésica, de ligamentos y artroscópica de la rodilla. Corresponde a las metámeras L3, L4, SI y S2. Los nervios en cuestión son: femoral, cutáneo lateral del muslo, obturador y femoral cutáneo posterior. El bloqueo peridural

garantiza la analgesia postoperatoria, que permite una kinesiterapia activa y una movilización postoperatoria precoz de la rodilla. Durante la intervención se prefiere la anestesia intradural.

Esta cirugía también puede efectuarse con un bloqueo combinado del plexo lumbar y el nervio ciático. La estimulación de los dos componentes del nervio ciático mejora el porcentaje de éxitos.

Este bloqueo posibilita la anestesia de la parte posterior del muslo y de la región posteroexterna de la pierna y del pie. El bloqueo proximal del nervio ciático es necesario para la participación del mismo en la inervación de la rodilla y cada vez que se tiene intención de utilizar un torniquete.

El bloqueo individual del nervio femoral se utiliza a menudo en cirugía femoral; la falta de complicaciones permite el uso de esta técnica fuera del quirófano.

PIERNA Y PIE

Esta cirugía comprende esencialmente la traumatología tibial y bimalleolar y el pie reumático. Corresponde a las metámeras L3 a S1. Los nervios incluidos son el ciático (nervio tibial y peroneo común) y el safeno. Las técnicas más empleadas son los bloqueos combinados y los bloqueos tronculares a la altura del hueco poplíteo (tibial, peroneo común) o del pie (tibial posterior, plantar lateral, safeno externo, peroneo superficial y profundo, sural).

Si durante la intervención se utiliza un torniquete, es preciso añadir un bloqueo del nervio femoral.

MANEJO DE LAS PÉRDIDAS HEMÁTICAS PEROPERATORIAS – *Patient Blood Management*

La práctica clínica de la transfusión alogénica ha variado en las últimas décadas. Hace, unos 20 años las indicaciones para una transfusión sanguínea estaban basadas sobre la noción de que esta era una terapia segura y efectiva. Sin embargo, hoy sabemos que la transfusión alogénica no es una terapia inocua y que su morbilidad, así como la de sus derivados, es debida a complicaciones a medio/largo plazo y causadas primariamente por enfermedades infecciosas, y a sus efectos sobre el sistema inmunoregulator del organismo, tales como la inmunomodulación y la disminución de la respuesta/vigilancia inmunológica.

Por otra parte, la demanda de sangre y/o sus derivados no hace mas que aumentar, mientras que sus recursos, están estancados o disminuidos por el desproporcional aumento de posibles receptores frente al de donantes, debido entre otras causas a la mejoría de la supervivencia de las enfermedades inmunosupresoras y al cáncer, al aumento de la edad de la población y el consiguiente aumento y demanda de procedimientos quirúrgicos, ej.:ortopédicos, que hace que hoy por hoy esta terapia sea necesaria y no tenga sustitutos.

Por todo ello, se impone un cambio en la organización o estrategia no solo en nuestra manera de indicar una transfusión alogénica, sino probablemente y mas importante, que “sangre” o quizás “a quien” la debemos administrar introducción por tanto el concepto conocido como “Patient Blood Management” (PBM). Se estima que más del 50% de todas las transfusiones alogénicas se administran en el periodo perioperatorio, por lo que el anestesiólogo juega un papel fundamental, sino preponderante, en la administración de esta terapéutica.

El presente punto pretende aportar una visión actual del problema dando una serie de soluciones que probablemente no son la únicas, sin embargo, si que pretende concienciar al anestesiólogo y/o a todos los médicos relacionados, con los riesgos y complicaciones de la transfusión alogénica para reducir en lo posible su uso, además de aportar una guía para sus posibles alternativas y, en el campo de la cirugía ortopédica porque tras la cirugía cardiaca, es actualmente donde se consumen el mayor número de recursos hemáticos.

Sabemos que la hemorragia peroperatoria depende de la duración de la intervención y de las técnicas quirúrgicas. Será necesario por tanto, desarrollar un control de los pacientes y una utilización de la sangre de nivel óptimo en el campo perioperatorio, con el fin de reducir los requerimientos transfusionales. Este objetivo incluye la atención a los programas de PBM con el fin de optimizar a los pacientes para reducir la necesidad de las transfusiones alogénicas y autólogas sin aumentar el riesgo para el paciente.

Dichos programas PBM englobarían:

- La evaluación cualificada de cada uno de los pacientes antes de la cirugía con el fin de precisar mejor sus necesidades en materia de transfusión, y con inclusión de un tratamiento preoperatorio de la anemia en los casos en que sea necesario.
- La atención de los cirujanos a la hora de evitar las pérdidas innecesarias de sangre.
- La disponibilidad de unos programas adecuados de transfusión autóloga.
- La utilización de estrategias farmacológicas eficaces demostradas.
- El control óptimo de la coagulación, con inclusión del mantenimiento de la temperatura del cuerpo del paciente a lo largo del período perioperatorio.
- El tratamiento preoperatorio de la anemia debe implicar la reposición de las reservas de hierro y no la utilización profiláctica de la transfusión sanguínea.

Para desarrollar toda esta perspectiva y, centrándonos en la práctica transfusional en el ámbito quirúrgico, podemos trazar un programa de PBM para el uso óptimo de la transfusión sanguínea y de sus componentes en base a “tres pilares” fundamentales que englobarían todas las técnicas de ahorro y alternativas a la transfusión de sangre alogénica actualmente disponibles en el ámbito quirúrgico.

1.- Tolerancia a la anemia.

Evaluación del paciente concreto en base a las siguientes premisas o puntos de vista:

- Situación clínica del paciente:
 - patología asociada (condición de comorbilidad)
 - Parámetros hematimétricos iniciales: hemoglobina, hematocrito, estudio de anemia
 - Estudio de coagulación
- Tipo de intervención quirúrgica:
 - Cálculo de las necesidades transfusionales, en base al tipo de cirugía propuesta, el equipo quirúrgico y los parámetros hematimétricos basales del paciente. Para ello será necesario conocer la tasa transfusional propia de cada centro y para cada procedimiento quirúrgico.
 - Según los cálculos establecidos, propondremos la estrategia transfusional más adecuada y que podremos iniciar ya en el período preoperatorio como veremos más adelante.
- Umbral transfusional:
 - Nivel mínimo de hemoglobina aceptable para cada paciente. Esta ha sido una de las primeras medidas adoptadas, por ejemplo en el estudio BIOMED, y que ha proporcionado por sí misma reducciones transfusionales hasta en un 40% en distintos tipos de cirugía ortopédica programada. Se le atribuye, dentro del programa de alternativas a la transfusión sanguínea, la máxima rentabilidad.
 - A considerar otros aspectos dentro de este apartado muy relacionados con el umbral transfusional que son: el concepto de normovolemia, el estado del sistema cardiovascular del paciente, y la monitorización adecuada para calcular el aporte de oxígeno a los órganos vitales junto con todas las implicaciones que esto comporta.

2.- Optimización de la masa eritrocitaria.

- Incrementar la masa eritrocitaria: de forma farmacológica
 - Ferroterapia oral y endovenosa. Siempre que sea posible y desde el primer momento que se incluya al paciente en el programa quirúrgico. Actualmente se ha podido comprobar su alto índice de rentabilidad y su eficacia, sobre todo para optimizar o como soporte a las dos estrategias que comentaremos a continuación, tratamiento con eritropoyetina y la predonación de sangre autóloga.
 - Tratamiento con eritropoyetina humana recombinante: papel en la cirugía programada. Desde hace algunos años, se dispone de una eritropoyetina recombinante humana (EPO α), idéntica a la endógena, que estimula la producción de eritrocitos de modo dosis-dependiente y es utilizada en el tratamiento de la anemia asociada a la insuficiencia renal y a los agentes quimioterápicos con muy buenos resultados. A partir del éxito de estas aplicaciones, se planteó la posibilidad de que su utilización en pacientes quirúrgicos pudiese elevar los valores preoperatorios de hemoglobina y / o facilitar el predepósito de sangre autóloga y disminuir las necesidades o la incidencia de la transfusión alogénica.

En cirugía ortopédica, esta hipótesis ha sido confirmada por numerosos estudios, lo que ha permitido su registro como indicación para la práctica clínica. También ha demostrado su eficacia en otros tipos de cirugía como la cardíaca, prostática, o la oncológica, precisamente en esta última en la que se discute la implicación de la transfusión alogénica como factor en la infección postoperatoria y en la recidiva tumoral.

- Predonación de sangre autóloga y tratamiento con rHuEPO. La donación autóloga tiene algunos problemas potenciales inherentes a la propia donación prequirúrgica y al almacenamiento, como por ejemplo:
 - o Anemia e hipovolemia relativa
 - o Reacciones adversas durante el proceso de donación
 - o Unidades perdidas al retrasar o anular la intervención quirúrgica
 - o Posibles errores humanos en la identificación del receptor, etiquetado y almacenamiento
 - o Aumento del coste, tiempo profesional, burocracia y reacciones del donante

Los procedimientos de donación preoperatoria conllevan además algunos problemas de índole logística, ya que en ocasiones resulta complicado reunir la cantidad suficiente de sangre para cubrir la pérdida hemorrágica estimada. Pese a que se dispone de soluciones anticoagulantes conservantes comercializadas que posibilitan el almacenamiento de hematíes en fase líquida de 35 a 42 días, todavía es necesario realizar las extracciones para el predepósito un máximo de 42 días antes de la intervención. Debido a ello una parte no despreciable de pacientes que se acogen a un programa de donación autóloga preoperatoria llegan a la cirugía con una cifra de hemoglobina inferior al valor del que partían al incorporarse al programa.

Para los pacientes que necesitan una o dos unidades de sangre, lo razonable es extraer las dos unidades con una semana de diferencia y dejar un período de 2-3 semanas para que se recupere el recuento sanguíneo del donante. Aquellos pacientes que requieran un predepósito de más de 4 unidades, y que tengan de partida una anemia moderada (de 10 – 13 g/dl) tendrán serias dificultades para reunir el predepósito necesario. Estos pacientes son los que más se beneficiarán de la estimulación de la eritropoyesis con rHuEPO.

Todos los pacientes sometidos a un programa de predonación de sangre autóloga y en tratamiento con rHuEPO deberán recibir un suplemento adecuado de hierro (por ejemplo 200 mg diarios de hierro elemental por vía oral) durante el tiempo que dure el tratamiento.

3.- Minimizar las pérdidas hemáticas perioperatorias.

En este último apartado incluiríamos una serie de apartados que los podríamos agrupar dentro de las siguientes categorías:

- Planificación detallada de la intervención quirúrgica. La adecuada planificación de la intervención quirúrgica va a ser el punto de partida para poner en marcha todo el dispositivo de medidas disponibles para conseguir el objetivo de la no transfusión de sangre alogénica. El cirujano debe prever cada una de las complicaciones que puedan presentarse durante la intervención, disponer del equipo y material adecuado, y tomar todas las precauciones de cara a reducir el tiempo quirúrgico y, como consecuencia a disminuir el sangrado en todo lo posible.
- Relacionadas con la técnica quirúrgica. Es obvio mencionar en este apartado que las pérdidas hemáticas intraoperatorias están claramente relacionadas tanto con una buena y correcta hemostasia quirúrgica, como con el tiempo o duración de la intervención quirúrgica. Aunque en ocasiones la propia cirugía conlleva una serie de maniobras agresivas que no pueden ser reemplazadas por otros gestos quirúrgicos de menor agresividad, no por ello el cirujano debe de ser consciente de realizar en todo momento una hemostasia cuidadosa, para evitar en lo posible un mayor sangrado.
- Relacionados con la técnica anestésica. Dentro de las técnicas anestésicas destacan el mantenimiento de la normotermia para mejorar la hemostasia; la hipotensión controlada controvertida en según que pacientes y tipo de cirugías; la anestesia regional y una correcta posición del paciente, para conseguir una reducción en la congestión venosa.
- Recuperación de sangre intraoperatoria. Es la técnica menos extendida y estudiada, posiblemente atribuible a la limitación de procesos en los que puede ser aplicada. En realidad fue a partir de la década de los años 70 cuando comercialmente se dispone del primer aparato cuyo uso ha seguido hasta la actualidad con algunas modificaciones tecnológicas. En general, técnicamente podemos hablar de tres dispositivos:
 1. Dispositivos de flujo semicontinuo-continuo que incorporan un ciclo de lavado
 2. Recipientes estancos rígidos dotados de vías desechables para la recogida. La sangre puede lavarse antes de retransfundir o administrarse sin lavar.
 3. Reservorios donde va a parar la sangre aspirada y filtrada tras lo que se retransfunde de inmediato.

Los primeros, aunque de mayor complejidad son los más utilizados. El circuito de recuperación de sangre lavada (desechable) constaría de:

4. Línea de aspiración de doble luz (aspiración y anticoagulación)
 - a) Solución anticoagulante. Se ha usado heparina y citrato como anticoagulante. La dosificación de heparina recomendada es de 30UI / ml (300 mg / l). Una vez lavada y concentrada no es habitual encontrar dosis > 0,05 UI / ml.
 - b) Reservorio filtrante con filtros entre 120 – 180 µm.
 - c) Centrífuga. Aunque la centrifugación se realizaba inicialmente a una velocidad de 5000 rpm, algunos autores recomiendan menor velocidad con el fin de disminuir la hemólisis.
 - d) Lavado. Si bien la mayoría recomienda el suero fisiológico para realizar el lavado, otros autores optan por otras soluciones con el fin de evitar acidosis metabólica.
 - e) Bolsa de retransfusión con la sangre centrifugada recuperada con filtro de 40 µm.
 - f) Bolsa de detritus.

En el recuperador continuo la concentración y el lavado se realizan al mismo tiempo, poseen tres bombas de rodillo, permitiendo trabajar con volúmenes sanguíneos pequeños (40 ml) lo que los hacen muy útiles en pediatría.

La controversia en la utilización de las técnicas de recuperación intraoperatoria se suscita ante las limitaciones quirúrgicas de la técnica, las complicaciones asociadas a la técnica y al producto reinfundido, y al rendimiento propio de la técnica en cuanto a no transfusión de sangre alogénica.

- a) Limitaciones quirúrgicas. Creemos que tienen vigencia las contraindicaciones clásicas de:
 - i. Zona séptica. Posibilidad de diseminación.
 - ii. Cirugía oncológica. Posibilidad de diseminación.
 - iii. Cirugía de suprarrenales. Posibilidad de crisis hipertensiva.

Algún autor está investigando la posibilidad de utilizarlo en cirugía tumoral tratando la sangre recuperada mediante radioterapia- irradiación de 50 Gy-.

- b) Entre las complicaciones descritas asociadas a la técnica, destacan el embolismo aéreo (apareció en los primeros dispositivos) y los errores en las soluciones del lavado. Existe discusión en la calidad del producto reinfundido en lo que respecta a los productos inflamatorios y a la potencial alteración de la coagulación (responsables del “salvaged blood syndrom” descrito por Bull en 1990 con la aparición de SDRA y CID).
 - c) La recuperación de sangre intraoperatoria ha demostrado ser ventajosa en cirugía cardíaca, vascular, ortopédica y traumatológica relacionada con los grandes volúmenes sanguíneos perdidos durante ellas. Un reciente meta-análisis publicado concluía que la técnica aplicada en cirugía ortopédica disminuía la proporción de pacientes que requerían transfusión en el preoperatorio, pero en el periodo postoperatorio sólo era efectivo en cirugía cardíaca. Existen muy pocos estudios que hayan calculado esta fracción recuperada, pero resulta llamativo que describiendo el mismo tipo de cirugía (cirugía de la columna) la recuperación oscile ampliamente entre el 35 y el 68%.
- Medidas farmacológicas para minimizar la pérdida hemática intraoperatoria. Fundamentalmente los análogos de la lisina (ácido tranexámico y ácido ϵ -aminocaproico) y la aprotinina.
 - Hemodilución y práctica transfusional conservadora. Esta técnica pasa a ser una opción, pero actualmente ha demostrado poco rendimiento en cuanto al ahorro de la transfusión alogénica.

Conclusiones.

A modo de resumen, podríamos decir que para hacer un uso óptimo de la sangre en pericirugía, deberíamos de seguir las siguientes premisas:

- Evaluar la práctica transfusional propia
- Individualizar la transfusión y ser capaces de aceptar (en la medida de lo posible) umbrales transfusionales más bajos
- Establecer todas las medidas de prevención del sangrado en todo el período perioperatorio
- Mejorar los estados de anemia prequirúrgicos
- Aplicar las técnicas de ahorro de la transfusión disponibles en aquellos procesos en que hayamos demostrado que la transfusión es común, para garantizar que estas medidas sean costo-efectivas
- Tener en cuenta que la aplicación de una técnica de ahorro, nos puede conducir fácilmente a la aplicación de otra.

BIBLIOGRAFIA

Anestesia en Cirugía Ortopédica y en Traumatología

Editores: Basora M, Colomina MJ.

Ed: Médica Panamericana, D.L. 2011

Depósito legal: M – 6262 – 2011.

ISBN: 978-84-9835-321-1