



TRABAJO DE GRADO
Opción Seminario-Diplomado.

Injuria renal aguda en caninos posterior a anestesia: protocolo anestésico preventivo para evitar insuficiencia renal aguda en cirugías electivas en caninos

Corporación Universitaria Remington.
Medicina Veterinaria.

Luis Humberto Salgado Scarpetta.
Diana Sofía Benavides Vados.
Opción de Trabajo de grado Seminario-Diplomado.
2025

Tabla de Contenidos

Resumen.....	3
Palabras claves.....	3
Pregunta orientadora de la búsqueda	5
Obejtivo General:.....	5
Metodología de búsqueda de la información	6
Estrategia de búsqueda de información	6
Palabras clave utilizadas	6
Criterios de inclusión	6
Criterios de exclusión	7
Análisis de la información	7
Sustentación teórica de la pregunta.....	8
• Introducción:.....	8
Anatomía y fisiología renal básica en caninos	9
Fisiología de la anestesia y sus efectos sobre el sistema renal en caninos	11
Fármacos anestésicos y su potencial nefrotóxico	12
Anestesia intravenosa total (TIVA)	13
Anestesia inhalatoria	13
Anestesia regional o locorreional	14
Diagnóstico clínico de la injuria renal aguda (IRA) post-anestesia.....	15
Tratamiento actual de la insuficiencia renal aguda (IRA) en medicina veterinaria.....	16
Población objetivo	17
Ventajas del protocolo propuesto	19
Discusión.....	19
Conclusiones:	20
Referencias.....	20

Resumen

La insuficiencia renal aguda (IRA) es una complicación potencialmente grave que puede presentarse en perros luego de procedimientos quirúrgicos electivos, especialmente cuando se emplean anestésicos que afectan la perfusión renal o en pacientes con factores de riesgo subyacentes. Aunque este tipo de cirugías son consideradas de bajo riesgo, la combinación de anestesia general, hipotensión intraoperatoria y deficiente monitoreo puede desencadenar eventos de isquemia renal, progresando en algunos casos hacia daño funcional severo.

El presente trabajo de grado tiene como objetivo proponer un protocolo anestésico preventivo, diseñado con base en la evidencia científica más actual, que permita reducir el riesgo de aparición de IRA en pacientes caninos sometidos a cirugías electivas. A través de una revisión bibliográfica narrativa y el análisis de múltiples estudios experimentales y clínicos, se identificaron los principales agentes anestésicos implicados en la alteración de la función renal, así como los esquemas de manejo que favorecen la estabilidad hemodinámica intraoperatoria.

Como resultado de este análisis, se diseñó un protocolo flexible que combina anestesia intravenosa total (TIVA), anestesia inhalatoria a bajas concentraciones y técnicas locorreionales, priorizando el uso de fármacos con bajo impacto renal como el propofol, el cual ha demostrado mantener una estabilidad cardiovascular adecuada y no presenta efectos nefrotóxicos directos cuando se conserva la perfusión renal. Además, se enfatiza la importancia de una adecuada evaluación prequirúrgica, el uso de fluidoterapia balanceada y el monitoreo continuo de variables fisiológicas críticas como la presión arterial media, la temperatura corporal y la diuresis.

Este protocolo se presenta como una herramienta de aplicación clínica para el médico veterinario, especialmente útil en centros donde se realizan cirugías de rutina y se busca reducir el riesgo anestésico en poblaciones geriátricas o vulnerables. Su implementación puede mejorar los resultados posoperatorios y prevenir complicaciones renales que comprometan la vida del paciente.

Palabras clave:
anestesia veterinaria, insuficiencia renal aguda, caninos, cirugía electiva, protocolos anestésicos

Pregunta orientadora de la búsqueda

¿Cómo diseñar un protocolo anestésico preventivo, basado en la literatura científica, que minimice el riesgo de insuficiencia renal aguda en caninos sometidos a cirugías electivas?

Objetivo General:

Diseñar un protocolo anestésico preventivo, basado en la revisión de literatura científica, que permita reducir el riesgo de insuficiencia renal aguda en caninos sometidos a cirugías electivas.

Objetivos específicos:

1. Identificar los principales factores fisiopatológicos que contribuyen al desarrollo de insuficiencia renal aguda post-anestesia en perros.
2. Analizar los efectos de los distintos fármacos y técnicas anestésicas sobre la función renal, según la evidencia científica.
3. Describir las recomendaciones actuales sobre monitoreo, fluidoterapia y evaluación prequirúrgica en pacientes con riesgo renal.
4. Comparar diferentes esquemas anestésicos (TIVA, inhalatoria y locorreional) en relación con su impacto sobre la perfusión renal.
5. Proponer un protocolo anestésico preventivo que combine seguridad hemodinámica, eficacia analgésica y bajo riesgo de nefrotoxicidad.

Metodología de búsqueda de la información

Este trabajo corresponde a una revisión bibliográfica narrativa, orientada a recopilar, analizar y sintetizar la información científica disponible sobre la relación entre el uso de anestesia general y la aparición de insuficiencia renal aguda (IRA) en caninos, así como a sustentar la propuesta de un protocolo clínico de atención basado en la evidencia.

Estrategia de búsqueda de información

La recolección de información se realizó mediante una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas y científicas especializadas, entre los meses de marzo y mayo de 2025.

Fuentes consultadas

Se utilizaron las siguientes bases de datos y repositorios:

- PubMed
- Scielo
- ScienceDirect
- Google Scholar
- Redalyc
- Revistas especializadas en medicina veterinaria como *Journal of Veterinary Anesthesia and Analgesia*, *Journal of Veterinary Internal Medicine* y *Veterinary Surgery*.

Palabras clave utilizadas

La búsqueda se realizó en español e inglés, empleando términos médicos y veterinarios específicos combinados mediante operadores booleanos (AND, OR). Las principales palabras clave fueron:

- “injuria renal aguda” AND “anestesia” AND “caninos”
- “IRA” OR “fallo renal” OR “falla renal”
- “acute kidney injury” AND “dogs” AND “general anesthesia”
- “renal ischemia” AND “nephrotoxicity”
- “protocolos anestésicos” OR “anesthetic protocols”

Criterios de inclusión

- Artículos publicados entre los años 2000 y 2024.
- Estudios realizados en caninos o en pequeños animales con relevancia directa.
- Artículos en español o inglés.
- Estudios originales, revisiones bibliográficas, reportes de caso y guías clínicas.

- Publicaciones de acceso completo para análisis detallado.

Criterios de exclusión

- Publicaciones sin acceso al texto completo.
- Estudios en humanos u otras especies no comparables.
- Documentos duplicados o sin respaldo científico.
- Opiniones, editoriales o artículos sin análisis de datos.

Análisis de la información

Los artículos seleccionados fueron leídos en su totalidad. Se extrajo y organizó la información relevante en fichas de análisis con los siguientes elementos:

- Autores y año de publicación
- Tipo de estudio
- Tema abordado
- Hallazgos sobre anestesia e IRA
- Conclusiones clave
- Aplicabilidad al contexto clínico veterinario

Sustentación teórica de la pregunta

- **Introducción:**

La injuria renal aguda (IRA) representa una de las complicaciones más severas asociadas a procedimientos quirúrgicos y anestésicos en medicina veterinaria, caracterizada por una disminución abrupta y sostenida en la tasa de filtración glomerular. Esto provoca la acumulación de productos nitrogenados como urea y creatinina, además de alteraciones en el equilibrio hidroelectrolítico y ácido-base, con manifestaciones clínicas como oliguria, anuria, letargia, vómitos y deshidratación (Ruiz-Sierra & González-Domínguez, 2007; Romero Riquelme, 2010).

En el contexto quirúrgico, se ha demostrado que la anestesia general puede afectar negativamente la perfusión renal, debido a mecanismos como la hipotensión, reducción del gasto cardíaco, liberación de hormona antidiurética (ADH) y vasoconstricción renal (Lobetti & Lambrechts, 2000). Aunque los riñones tienen una capacidad autoreguladora que permite mantener el flujo sanguíneo renal dentro de rangos fisiológicos, esta puede verse superada en situaciones de anestesia prolongada o profunda, desencadenando procesos de isquemia-reperusión y daño tubular agudo (Fusellier et al., 2007).

La aparición de IRA en caninos posterior a procedimientos anestésicos se asocia con una alta morbimortalidad, especialmente cuando no es detectada a tiempo. Esto subraya la importancia del reconocimiento temprano de los signos clínicos y del deterioro de los parámetros renales, así como la instauración de un tratamiento adecuado que permita minimizar el daño renal progresivo y mejorar el pronóstico (Romero, 2010; Ramírez, 2008).

Estudios han mostrado que los agonistas alfa-2 adrenérgicos como la dexmedetomidina y la medetomidina pueden tener efectos importantes sobre el riñón en el contexto de anestesia. En modelos de isquemia y reperusión, la dexmedetomidina puede tener un efecto protector si se aplica antes de la isquemia, pero si se usa después puede incluso empeorar el daño renal (Gonullu et al., 2014). Por otro lado, se ha observado que el uso de protocolos anestésicos con medetomidina disminuye la tasa de filtración glomerular (TFG), lo cual podría aumentar el riesgo de daño renal durante la anestesia (Fusellier et al., 2007). Estos resultados muestran que hay que tener cuidado al usar este tipo de fármacos, ya que, aunque puedan tener beneficios, su efecto depende mucho de cuándo se administran y del estado del paciente.

A pesar de los avances en la anestesiología veterinaria, todavía no se cuenta con un protocolo anestésico estandarizado que permita prevenir eficazmente la aparición de IRA en perros sometidos a procedimientos quirúrgicos electivos. Esta falta de guías prácticas puede contribuir a que se utilicen protocolos inadecuados o poco seguros en pacientes con factores de riesgo, lo cual aumenta la posibilidad de complicaciones postoperatorias (Ramírez, 2008). Por eso, es importante revisar la literatura científica disponible y

desarrollar un protocolo anestésico basado en evidencia, que ayude a reducir la morbi-mortalidad y mejore los resultados en la práctica clínica diaria.

Anatomía y fisiología renal básica en caninos

El sistema renal en caninos cumple funciones esenciales para la homeostasis, incluyendo la regulación del equilibrio hidroelectrolítico, ácido-base y la excreción de productos nitrogenados. Los riñones también participan en funciones endocrinas como la producción de eritropoyetina y la activación de la vitamina D. Cada riñón está compuesto por una corteza, donde se localizan la mayoría de los glomérulos, y una médula, rica en túbulos, que concentra la orina (Daza González et al., 2017).

Los riñones reciben entre el 20 % y 25 % del gasto cardíaco, con una distribución desigual: aproximadamente el 90 % del flujo renal se dirige a la corteza y solo el 10 % a la médula, lo que vuelve a esta última más vulnerable a la isquemia (Daza González et al., 2017). Esta distribución es clave para comprender la susceptibilidad del parénquima renal ante condiciones de hipoperfusión, como la que puede ocurrir durante anestesia prolongada o mal monitoreada.

La unidad funcional del riñón es la nefrona, que incluye el glomérulo, el túbulo proximal, el asa de Henle, el túbulo distal y el túbulo colector. La función global renal se evalúa clínicamente a través de la tasa de filtración glomerular (TFG), cuyos indicadores indirectos más usados son la urea y la creatinina sérica. Sin embargo, estos marcadores solo se alteran de forma significativa cuando ya se ha perdido cerca del 75 % de la función renal (Del Ángel-Caraza et al., 2016; Londoño, 2020).

Para superar estas limitaciones diagnósticas, se ha introducido el uso de la dimetilarginina simétrica (SDMA), un biomarcador más sensible, que aumenta con una reducción del 40 % de la TFG, incluso antes de que se eleve la creatinina (Del Ángel-Caraza et al., 2016). Esto es especialmente relevante en pacientes geriátricos o con baja masa muscular, donde la creatinina puede no reflejar adecuadamente el estado renal.

En condiciones normales, el sistema renal mantiene la presión de filtración glomerular mediante mecanismos de autorregulación. Sin embargo, durante estados de hipotensión inducidos por anestesia prolongada o cirugía, estos mecanismos pueden fallar, conduciendo a un descenso en la perfusión y oxigenación renal (Stone et al., 1981; Lobetti & Lambrechts, 2000). Se ha observado que tras episodios de anestesia hipotensiva sostenida, incluso en perros con masa renal reducida, se puede presentar una disminución significativa del aclaramiento de inulina, sin evidencia histológica de necrosis, pero con alteraciones funcionales temporales (Stone et al., 1981).

La recuperación de la función renal tras un episodio de insuficiencia aguda puede extenderse por semanas o incluso meses, y está determinada por la regeneración tubular, la compensación de las nefronas remanentes y la reversión de procesos maladaptativos

como la fibrosis y la hiperfiltración. Por ello, la evaluación del estado renal debe considerar tanto parámetros funcionales como biomarcadores emergentes, dentro de un marco clínico contextual (Londoño, 2020).

En suma, la comprensión anatómica y funcional del riñón canino es clave para detectar y manejar adecuadamente condiciones clínicas como la insuficiencia renal aguda post-anestésica, donde la fisiología renal puede verse comprometida por factores anestésicos, hemodinámicos o farmacológicos (Grimm et al., 2013; Fusellier et al., 2007; Londoño, 2020).

Cirugías electivas en medicina veterinaria:

Las cirugías electivas en veterinaria son operaciones que se planifican con antelación y se hacen en animales que están clínicamente estables, o sea que no tienen una emergencia. No es necesario hacerlas de inmediato, por eso se puede elegir el momento más adecuado. Son muy comunes en clínicas y hospitales de pequeños animales. Estas operaciones pueden ser por salud o por prevención de enfermedades, o por bienestar del paciente (Grim et al., 2013).

Algunos ejemplos frecuentes de este tipo de cirugías son la orquiectomía, ovariosterectomía, extirpar tumores de piel, limpieza dental bajo anestesia, o cirugías ortopédicas como para corregir una displasia de cadera o una luxación de rótula. También se incluyen procedimientos diagnósticos como laparotomía exploratoria y biopsias de órganos (Gomez et al., 2016).

Aunque en general se consideran de bajo riesgo, estas cirugías igual pueden causar complicaciones si el paciente no se evalúa bien antes. Una complicación seria pero que puede pasar en algunos casos es la injuria renal aguda (IRA), sobre todo si el perro ya tenía problemas renales que no se detectaron antes o si hay bajada de la presión durante la operación (Lobeti & Lambretchs, 2000).

Una de las principales ventajas de las cirugías electivas en medicina veterinaria es la posibilidad de realizar una planificación preoperatoria exhaustiva. Esto permite identificar condiciones clínicas subyacentes que podrían incrementar el riesgo anestésico, particularmente aquellas que comprometen la función renal. Como parte de la evaluación pre quirúrgica, es fundamental realizar exámenes de laboratorio y de imagen, incluyendo hemograma completo, perfil bioquímico (con especial énfasis en urea, creatinina, proteínas totales y electrolitos), y análisis de orina para valorar densidad urinaria y posibles alteraciones del sedimento. Adicionalmente, según el estado del paciente o la sospecha clínica, pueden requerirse estudios complementarios como radiografías torácicas o ecografía abdominal para descartar patologías sistémicas que pudieran influir en la respuesta anestésica o quirúrgica (Ramírez, 2008; Daza et al., 2017).

Asimismo, la planificación preoperatoria permite seleccionar el protocolo anestésico más adecuado, teniendo en cuenta variables individuales como la edad, el peso, el estado clínico general y la condición renal del paciente. Esta elección cuidadosa permite evitar el uso de fármacos con potencial nefrotóxico o con efecto depresor significativo sobre la presión arterial, lo cual es especialmente importante en pacientes con riesgo de compromiso renal. El mantenimiento de una presión arterial media adecuada, junto con una hidratación adecuada durante el procedimiento, constituye una de las estrategias más eficaces para prevenir la aparición de lesión renal aguda asociada a la anestesia (Stone et al., 1981; Fusellier et al., 2007).

Fisiología de la anestesia y sus efectos sobre el sistema renal en caninos

La anestesia general es una herramienta fundamental en la medicina veterinaria moderna, pero no está exenta de riesgos, especialmente en pacientes con compromiso renal o en aquellos propensos a desarrollar injuria renal aguda (IRA). Desde un punto de vista fisiológico, los agentes anestésicos afectan múltiples sistemas, incluyendo el cardiovascular, respiratorio y renal. Su influencia sobre el sistema renal se relaciona principalmente con la reducción del flujo sanguíneo renal (FSR), alteraciones en la presión arterial media (PAM) y cambios en la tasa de filtración glomerular (TFG) (Lobetti & Lambrechts, 2000; Stone et al., 1981).

Durante la anestesia, los mecanismos de autorregulación renal pueden verse comprometidos, especialmente si la presión arterial media (PAM) desciende por debajo del umbral crítico, que en caninos se estima alrededor de 80 mmHg. Por debajo de este valor, la perfusión renal disminuye proporcionalmente, lo que puede inducir hipoxia tisular, daño tubular y deterioro de la tasa de filtración glomerular. Para lograr esta presión media, la presión arterial sistólica debería mantenerse generalmente por encima de 110–120 mmHg, dependiendo del estado hemodinámico del paciente (Huayta Huanca, 2015; Stone et al., 1981).

Estudios experimentales han demostrado que anestésias hipotensivas prolongadas, como las inducidas por halotano, provocan un descenso en el aclaramiento de inulina, lo que refleja una disminución de la TFG. Aunque algunos perros se recuperaron tras restaurar la normovolemia, otros presentaron signos de azotemia y alteraciones funcionales persistentes, a pesar de la ausencia de daño estructural evidente (Stone et al., 1981).

La elección del protocolo anestésico influye considerablemente en la función renal. Fusellier et al. (2007) compararon tres protocolos anestésicos y concluyeron que la medetomidina produjo una disminución significativa del FSR y la TFG, mientras que el propofol y la combinación xilazina-ketamina-halotano (XKH) mostraron un perfil más conservador sobre la función renal. La dexmedetomidina, por su parte, ha mostrado efectos

duales: puede ser nefroprotectora si se administra antes de una isquemia, pero también puede acentuar el daño si se usa en fases críticas o con hipoperfusión (Gonullu et al., 2014).

La anestesia también puede modificar la diuresis, la osmolaridad urinaria y el equilibrio ácido-base. En caninos con disminución de masa renal, la anestesia hipotensiva prolongada provocó oliguria, hipernatremia y alteraciones en la capacidad de concentración urinaria. Estos efectos, sumados a la reducción del volumen intravascular y la administración inadecuada de fluidos, pueden acelerar el deterioro funcional del riñón (Stone et al., 1981).

Por otra parte, la recuperación de la función renal tras una anestesia complicada o una IRA puede tomar semanas o meses, y es común que los cambios bioquímicos no reflejen adecuadamente el estado real del riñón durante la fase de recuperación. La creatinina y la urea, como marcadores tradicionales, son tardíos, por lo que la monitorización con biomarcadores más sensibles y la vigilancia clínica constante son esenciales (Londoño, 2020).

Fármacos anestésicos y su potencial nefrotóxico

La elección del protocolo anestésico en pacientes caninos es crítica cuando existe riesgo de lesión renal aguda (IRA). Diversos agentes anestésicos pueden alterar el flujo sanguíneo renal, disminuir la tasa de filtración glomerular (TFG) o interferir en la función tubular, favoreciendo la aparición de nefrotoxicidad. El conocimiento de los efectos hemodinámicos y renales de cada fármaco es esencial para prevenir complicaciones perioperatorias (Fusellier et al., 2007; Grimm et al., 2013).

Entre los agentes más frecuentemente utilizados, los alfa-2 agonistas como la medetomidina y la dexmedetomidina han demostrado tener efectos profundos sobre el sistema cardiovascular, incluyendo vasoconstricción periférica, bradicardia y reducción del gasto cardíaco, lo cual puede derivar en hipoperfusión renal (Fusellier et al., 2007).

En un estudio experimental, Fusellier y colaboradores observaron que la administración de medetomidina redujo significativamente la TFG en comparación con propofol o xilazina-ketamina-halotano (XKH), evidenciando un efecto depresor renal marcado.

Asimismo, Gonullu et al. (2014) evaluaron los efectos de la dexmedetomidina administrada en dos momentos diferentes del proceso anestésico sobre un modelo de lesión renal por isquemia-reperfusión. Encontraron que la administración pre-isquemia tuvo un efecto nefroprotector, al reducir los niveles de urea y creatinina y atenuar el daño histológico renal. En contraste, la administración post-isquemia no mostró beneficios e incluso podría exacerbar el daño. Este hallazgo destaca la importancia no solo del tipo de fármaco, sino del momento de su aplicación.

Por su parte, los anestésicos inhalatorios como el halotano pueden inducir hipotensión sistémica al disminuir el tono vascular y el gasto cardíaco, lo que repercute negativamente en la perfusión renal. Stone et al. (1981) demostraron que la anestesia prolongada con

halotano en perros con masa renal reducida causó una caída en el aclaramiento de inulina, un marcador directo de TFG. Aunque no se observó daño estructural renal, el deterioro funcional persistió varios días, lo que sugiere una alteración transitoria o subclínica del parénquima renal.

En cuanto a agentes como la ketamina, esta presenta efectos simpaticomiméticos que pueden mantener la presión arterial, lo cual sería beneficioso para la perfusión renal. Sin embargo, su uso en combinación con otros depresores centrales puede modificar su perfil hemodinámico. En el estudio de Huayta Huanca (2015), los protocolos que incluían ketamina mostraron menor impacto sobre la presión arterial media comparado con otros esquemas, lo que podría traducirse en menor riesgo renal.

Finalmente, el propofol, un anestésico intravenoso de acción rápida, ha sido considerado uno de los agentes más seguros desde el punto de vista renal, al mantener una estabilidad hemodinámica adecuada cuando se administra correctamente y en dosis controladas (Fusellier et al., 2007; Grimm et al., 2013). No obstante, su uso en pacientes hipovolémicos o con función renal comprometida debe ser monitoreado cuidadosamente.

Protocolos anestésicos utilizados en cirugías electivas

En las cirugías electivas de la medicina veterinaria se utilizan diferentes tipos de protocolos anestésicos, dependiendo del caso clínico, tipo de cirugía, edad del perro y duración del procedimiento. La elección adecuada del protocolo es importante porque si no se monitorea bien la anestesia puede aparecer problemas como la insuficiencia renal aguda (IRA), que afecta a los riñones después de la cirugía (Grim et al., 2013).

Los protocolos más usados son la anestesia total intravenosa (TIVA), la anestesia inhalatoria y también la anestesia regional o locorregional. Cada uno tiene sus ventajas, pero también tiene limitaciones que hay que considerar según cada paciente.

Anestesia intravenosa total (TIVA)

La TIVA es cuando se usa solo medicamentos por vía intravenosa para dormir al paciente. No se usa gas, todo se hace por suero. Algunos medicamentos comunes son el propofol, la ketamina y sedantes como la medetomidina o dexmedetomidina (Grimm et al, 2013).

La medetomidina puede causar bajada en la presión y reducir el flujo renal, entonces hay que tener cuidado si el perro ya tiene problema en los riñones. En un estudio se vio que la TFG bajaba con este fármaco. En cambio, el propofol se considera más seguro para el riñón (Fusellier et al., 2007).

Anestesia inhalatoria

Esta anestesia se da por medio de gases como el isoflorano o sevoflorano, que se administran por una maquina y un tubo endotraqueal. Es común en cirugías más largas porque se puede controlar mejor cuando dormido está el perro. El problema es que estos gases

bajan la presión y eso puede llevar a que los riñones no se perfundan bien (Lobetti & Lambrecht, 2000).

En un estudio con halotano, se vio que, en perros con masa renal reducida, la función de los riñones bajaba por varias horas, aunque no se vio daño grave al riñón. Igual eso demuestra que hay que vigilar bien la presión y el volumen durante la cirugía (Stone et al., 1981).

Anestesia regional o locorreional

Este tipo de anestesia se usa para bloquear solo una parte del cuerpo. Se puede usar para reducir el dolor y también para no tener que dar tanta anestesia general. Por ejemplo, se puede usar bloqueo epidural, subaracnoideo o nervios periféricos (Grim et al., 2013).

Es útil para perros que tienen riesgo renal porque ayuda a reducir la cantidad de medicamentos y mantiene mejor la perfusión. Pero también puede bajar la presión si se usa mal, así que hay que saber hacerlo y monitorear al paciente. En un estudio de Huayta Huanca (2015) se compararon 4 protocolos y se vio que los que usaban ketamina o regional tenían mejor presión durante la cirugía.

Mecanismos de injuria renal aguda (IRA)

La injuria renal aguda (IRA), también denominada lesión renal aguda (LRA), es una condición caracterizada por una pérdida súbita de la función renal que conduce a la acumulación de productos nitrogenados en sangre, alteraciones electrolíticas, desequilibrio ácido-base y reducción en la capacidad de concentración urinaria. En medicina veterinaria, los mecanismos que subyacen a esta condición se han descrito en paralelo a los observados en medicina humana, aunque existen particularidades fisiológicas en los caninos que deben considerarse (Londoño, 2020).

Desde el punto de vista fisiopatológico, la IRA puede clasificarse en tres grandes grupos según su origen: prerrenal, renal (intrínseca) y posrenal. La IRA prerrenal se asocia con hipoperfusión renal sin daño estructural inicial, y suele ser reversible si se restablece la perfusión adecuada. Esta hipoperfusión puede deberse a hipovolemia, hipotensión prolongada, insuficiencia cardíaca o uso de anestésicos que reducen el gasto cardíaco o la presión arterial (Lobetti & Lambrechts, 2000; Stone et al., 1981).

La progresión de una IRA prerrenal a una IRA renal se produce cuando el déficit de oxigenación supera la capacidad de autorregulación del riñón, desencadenando isquemia tubular aguda. Este daño afecta principalmente a las células del túbulo proximal y del segmento grueso del asa de Henle, zonas metabólicamente activas y altamente sensibles a la hipoxia (Londoño, 2020; Ramírez, 2008).

La IRA intrínseca incluye, además de la necrosis tubular aguda, causas como nefritis intersticial, glomerulonefritis y nefrotoxicidad por fármacos. Estas últimas pueden

originarse por la administración de anestésicos, antibióticos, AINES u otras sustancias con potencial nefrotóxico, especialmente en pacientes deshidratados o con perfusión inadecuada (Gonullu et al., 2014; Fusellier et al., 2007).

En el caso de la IRA posrenal, esta es consecuencia de una obstrucción al flujo urinario, como la que ocurre por urolitiasis, tapones uretrales o neoplasias del tracto urinario. Aunque más común en felinos, también puede presentarse en caninos, y puede derivar en daño renal severo si no se resuelve en un lapso corto, generando retención urinaria, hiperpotasemia y acidosis metabólica (Del-Ángel-Caraza et al., 2017).

A nivel celular, la lesión renal aguda cursa con apoptosis y necrosis de células epiteliales tubulares, alteración de la barrera epitelial, pérdida de polaridad celular, formación de cilindros intratubulares y activación de la respuesta inflamatoria. Además, existe una importante disfunción endotelial con reducción del óxido nítrico y aumento de la producción de radicales libres, lo cual compromete aún más la perfusión (Londoño, 2020).

El proceso de reparación post-lesión puede ser adecuado o maladaptativo. En muchos pacientes que sobreviven a un episodio de IRA, la regeneración tubular no siempre es completa, y puede producirse fibrosis túbulo-intersticial progresiva, lo que conlleva a la instauración de enfermedad renal crónica (ERC) (Londoño, 2020). Esto refuerza la necesidad de un diagnóstico precoz y de medidas terapéuticas dirigidas no solo a revertir la azotemia, sino a prevenir la progresión a daño crónico.

Diagnóstico clínico de la injuria renal aguda (IRA) post-anestesia

El diagnóstico clínico de la insuficiencia renal aguda (IRA) en caninos posterior a procedimientos anestésicos representa un desafío importante en la medicina veterinaria, debido a la naturaleza inespecífica de sus signos clínicos iniciales y la variabilidad en la respuesta fisiológica de cada paciente. La IRA suele manifestarse en el postoperatorio inmediato con síntomas sutiles como letargia, anorexia, vómito, oliguria o anuria, que pueden confundirse con alteraciones propias del proceso quirúrgico o de la recuperación anestésica (Ramírez, 2008; Daza González et al., 2017).

El primer paso en el abordaje diagnóstico consiste en la evaluación del estado clínico general, incluyendo exploración física completa, control de signos vitales y evaluación de la producción de orina. La disminución de la diuresis (oliguria < 1 ml/kg/h o anuria) en las primeras 24 horas postoperatorias debe ser considerada un signo de alerta para iniciar un protocolo diagnóstico orientado a IRA (Londoño, 2020).

Desde el punto de vista de laboratorio, los principales biomarcadores tradicionales utilizados son la urea y la creatinina sérica, los cuales reflejan la tasa de filtración glomerular. No obstante, estos parámetros tienen limitaciones, ya que pueden no elevarse hasta que se ha perdido aproximadamente el 75 % de la función renal, y además pueden verse influenciados por factores extrarrenales como el estado de hidratación, la masa

muscular o la dieta (Del Ángel Caraza et al., 2016; Ruiz Sierra & González Domínguez, 2007).

Como complemento, se ha propuesto el uso de nuevos biomarcadores como la dimetilarginina simétrica (SDMA), que se eleva cuando la TFG se reduce en un 40 %, permitiendo una detección más precoz que la creatinina. Este marcador ha demostrado ser especialmente útil en animales geriátricos o en aquellos con masa muscular reducida (Del Ángel Caraza et al., 2016).

El análisis de orina proporciona información valiosa: la presencia de densidad urinaria inadecuadamente baja (< 1.030 en perros), cilindros granulosos, proteinuria y sedimento activo pueden indicar daño tubular. Asimismo, el hallazgo de glucosuria en ausencia de hiperglucemia puede sugerir una disfunción tubular proximal (Daza González et al., 2017).

Las técnicas de imagen, como la ecografía abdominal, permiten evaluar el tamaño, la ecogenicidad y la arquitectura renal, así como descartar causas posrenales como obstrucciones uretrales o urolitiasis. Aunque no permiten diagnosticar IRA por sí solas, son clave para descartar otras causas de alteración funcional (REMEVET, 2017).

En el contexto postanestésico, también deben considerarse factores como la hipotensión prolongada, el uso de anestésicos con potencial nefrotóxico, episodios de hipovolemia intraoperatoria y la monitorización inadecuada durante la cirugía. Estos elementos, en conjunto con los hallazgos clínicos y paraclínicos, permiten establecer una sospecha diagnóstica de IRA y tomar decisiones terapéuticas tempranas (Stone et al., 1981; Lobetti & Lambrechts, 2000).

Tratamiento actual de la insuficiencia renal aguda (IRA) en medicina veterinaria

El tratamiento de la insuficiencia renal aguda (IRA) en perros varía dependiendo de la causa, la gravedad del cuadro y el estado general del paciente. Aunque en muchos casos la IRA puede revertirse si se detecta a tiempo, también puede avanzar rápidamente hacia daño renal permanente si no se aplica un manejo adecuado desde el inicio (Daza González et al., 2017).

El primer objetivo del tratamiento es restaurar la perfusión renal, corregir desequilibrios hidroelectrolíticos y acidobásicos y estimular la producción de orina. Para esto es esencial iniciar fluidoterapia intravenosa, que se ajusta según el grado de deshidratación, el peso del animal y el tipo de solución a usar. Las soluciones más utilizadas son cristaloides isotónicos como el Ringer Lactato o el NaCl al 0,9 %. En algunos casos se pueden usar soluciones balanceadas como Plasma-Lyte (Londoño, 2020).

Una vez restaurado el volumen intravascular, se debe vigilar si el paciente responde con aumento en la diuresis. Si permanece oligúrico (menos de 1 ml/kg/h) o anúrico, puede ser necesario el uso de diuréticos como la furosemida, pero solo si el paciente está bien

hidratado. En casos seleccionados se ha descrito el uso de manitol como osmótico, aunque su eficacia es variable y puede ser perjudicial si hay obstrucción tubular (Ramírez, 2008). Otro aspecto importante del tratamiento es controlar los niveles de potasio, ya que en casos de IRA puede haber hiperpotasemia, que es peligrosa porque causa alteraciones cardíacas. Para esto se puede usar gluconato de calcio, insulina con dextrosa o soluciones con bicarbonato si hay acidosis metabólica también (Del Ángel Caraza et al., 2016).

En perros con falla renal severa que no responden a tratamientos convencionales, se puede considerar diálisis peritoneal, que ayuda a eliminar tóxicos acumulados en la sangre. Este tratamiento requiere equipo especial y monitoreo constante. Aunque no está disponible en todas las clínicas, ha demostrado ser eficaz para dar tiempo al riñón a recuperarse en casos graves (Guzmán, 2017).

También es importante el manejo nutricional, ya que los pacientes con IRA pueden perder apetito o vomitar. Se recomienda una dieta baja en proteínas pero de alta calidad, con control de fósforo y potasio, y en casos críticos puede usarse alimentación por sonda nasogástrica o esofágica (Ruiz-Sierra & González-Domínguez, 2007). La nutrición ayuda a sostener la energía del animal y mejora la respuesta inmunitaria y a los tratamientos.

Durante todo el manejo, es clave el monitoreo clínico y de laboratorio: control de presión arterial, producción de orina, electrolitos, creatinina, urea, estado ácido-base y hematocrito. Además, se debe observar la evolución del paciente y detectar signos de mejoría o deterioro para ajustar el tratamiento.

Propuesta de protocolo anestésico preventivo para evitar la insuficiencia renal aguda (IRA) en caninos sometidos a cirugías electivas

La anestesia general, aunque es indispensable para realizar cirugías electivas en medicina veterinaria, puede generar efectos adversos importantes sobre la función renal, principalmente cuando no se controla adecuadamente la presión arterial o se usan fármacos con potencial nefrotóxico. Uno de los riesgos más serios en este contexto es el desarrollo de insuficiencia renal aguda (IRA) post-anestesia, especialmente en pacientes con deshidratación, edad avanzada o predisposición renal (Lobetti & Lambrechts, 2000; Stone et al., 1981).

Por esta razón, resulta esencial diseñar un protocolo anestésico que priorice la seguridad renal del paciente, reduzca el riesgo de hipotensión, y promueva una adecuada perfusión renal durante todo el procedimiento quirúrgico. La literatura revisada sugiere que una estrategia combinada que incluya TIVA con agentes específicos, anestesia inhalatoria cuidadosamente controlada, y bloqueos regionales, puede proporcionar estabilidad hemodinámica y reducir la necesidad de anestésicos potencialmente dañinos para el riñón (Grimm et al., 2013; Fusellier et al., 2007).

Población objetivo

- Caninos sometidos a cirugías electivas de duración corta o media.
- Pacientes geriátricos o con función renal subóptima.

- Animales ASA I, II o III según clasificación anestésica.

Elementos del protocolo propuesto

a. Evaluación preanestésica

- Examen físico completo.
- Hemograma y perfil bioquímico: urea, creatinina, SDMA, electrolitos.
- Urianálisis (especialmente densidad urinaria y proteinuria).
- Medición de presión arterial.
- Ecografía si hay sospecha de enfermedad renal.

b. Premedicación

Se recomienda usar opioides puros como metadona o morfina combinados con midazolam. Se debe evitar o usar con mucha cautela α -2 agonistas como medetomidina o dexmedetomidina en perros con sospecha de alteración renal, debido a que reducen el flujo renal (Fusellier et al., 2007).

c. Inducción anestésica

Preferiblemente con propofol o alfaxalona, que tienen efectos cardiovasculares más estables. Se evita ketamina en monoterapia si hay riesgo de hipertensión o si el animal está deshidratado.

d. Mantenimiento anestésico

Se proponen dos esquemas alternativos basados en la literatura:

1. Opción A – TIVA balanceada:

- Propofol en infusión continua.
- Fentanilo en infusión o bolos intermitentes.
- Lidocaína intravenosa en dosis subanestésicas.
- Ventilación manual o asistida si es necesario.

2. Opción B – Anestesia inhalatoria controlada:

- Isoflurano o sevoflurano a la menor concentración efectiva.
- Apoyo con infusión de remifentanilo o lidocaína para disminuir requerimientos de gas.
- Monitoreo estrecho de presión arterial, temperatura y perfusión.

Ambas opciones pueden complementarse con bloqueos locorreregionales, como epidural o nervio femoral/safeno para disminuir la cantidad de anestésicos sistémicos y mejorar la analgesia perioperatoria (Grimm et al., 2013).

e. Fluidoterapia intraoperatoria

- Ringer lactato o solución balanceada a 5–10 ml/kg/h.
- Ajuste según presión arterial y pérdida estimada.
- Se debe monitorear diuresis si es posible.

f. Monitoreo anestésico mínimo requerido

- Frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria.
- Presión arterial (idealmente invasiva o Doppler).
- Temperatura corporal.
- Pulsioximetría y capnografía.
- Control de volumen urinario (si hay sonda).

Ventajas del protocolo propuesto

- Mejora la estabilidad cardiovascular y perfusión renal.
- Reduce el uso de fármacos depresores del flujo renal.
- Permite ajuste personalizado según el tipo de cirugía.
- Aplica tanto en clínicas generales como en centros especializados.

Discusión

La presente revisión tuvo como objetivo proponer un protocolo anestésico preventivo, basado en la literatura científica, que ayude a prevenir la aparición de insuficiencia renal aguda (IRA) en perros sometidos a cirugías electivas. Esto se considera importante ya que, aunque estas cirugías suelen ser de bajo riesgo, pueden aparecer complicaciones si el paciente tiene factores de riesgo como edad avanzada, deshidratación o enfermedad renal no diagnosticada.

Durante el análisis de los artículos revisados se encontró que uno de los factores más repetidos en el desarrollo de IRA post-anestesia es la hipotensión prolongada, que reduce la perfusión renal y puede causar isquemia en el tejido tubular (Lobetti & Lambrechts, 2000; Stone et al., 1981). Esto confirma la necesidad de monitorear cuidadosamente la presión arterial durante el procedimiento quirúrgico, especialmente en animales que son mayores o tienen condiciones preexistentes.

Los estudios también mostraron que algunos fármacos anestésicos tienen más impacto negativo sobre la función renal que otros. Por ejemplo, los alfa-2 agonistas como medetomidina disminuyen el flujo sanguíneo renal, mientras que anestésicos como el propofol mostraron mejor estabilidad hemodinámica (Fusellier et al., 2007). Este tipo de evidencia fue clave para seleccionar los fármacos que se recomiendan dentro del protocolo propuesto.

Otro hallazgo importante fue el rol de las técnicas locorreregionales como complemento de la anestesia general. Estas técnicas ayudan a reducir la dosis de anestésicos sistémicos y permiten un mejor control del dolor sin alterar tanto la presión o la perfusión renal. Según Grimm et al. (2013), su uso es especialmente útil en cirugías abdominales o ortopédicas, donde se puede aplicar bloqueo epidural o periférico.

Además, la combinación de técnicas como TIVA con infusión continua de propofol y opioides, junto con anestesia inhalatoria a dosis bajas, permiten un manejo anestésico más personalizado, como lo recomiendan los principios de anestesia balanceada. Estas combinaciones fueron sugeridas en varios textos consultados y se propusieron como esquema A y B en el capítulo anterior, ya que se ajustan bien a diferentes tipos de pacientes. A pesar de los beneficios potenciales del protocolo propuesto, es importante reconocer que no existe un enfoque único que funcione para todos los casos. Cada paciente debe ser evaluado individualmente, y se debe tener siempre la posibilidad de ajustar la dosis, la fluidoterapia y el monitoreo según la respuesta intraoperatoria. La revisión también muestra que no hay suficientes estudios clínicos prospectivos en medicina veterinaria que evalúen directamente el efecto de los protocolos anestésicos sobre la aparición de IRA, lo cual representa una limitación en la aplicabilidad universal de las recomendaciones.

Finalmente, se destaca que la prevención de IRA no depende solamente de la elección de los anestésicos, sino que requiere un enfoque integral, que incluya evaluación prequirúrgica, manejo de fluidos, temperatura, monitoreo adecuado y una recuperación postoperatoria vigilada. Este protocolo pretende ofrecer una guía útil para veterinarios clínicos, especialmente aquellos que trabajan en pequeñas especies y realizan cirugías electivas de forma rutinaria.

Conclusiones:

A partir de la revisión realizada y el análisis de la literatura científica, se concluye que la injuria renal aguda (IRA) es una complicación posible en pacientes caninos sometidos a cirugías electivas, especialmente cuando existen factores de riesgo como edad avanzada, deshidratación o enfermedad renal no diagnosticada. Aunque estas cirugías suelen ser consideradas de bajo riesgo, la anestesia general mal controlada puede desencadenar alteraciones en la perfusión renal que terminan afectando seriamente la función renal del paciente.

Los protocolos anestésicos juegan un rol fundamental en la prevención de este tipo de complicaciones. Algunos agentes como los alfa-2 agonistas tienen efectos vasoconstrictores que reducen el flujo sanguíneo renal, mientras que otros como propofol y las técnicas locorregionales, permiten un mejor control hemodinámico y tienen menor impacto negativo sobre la TFG. Las técnicas de anestesia regional se presentan como una herramienta útil para reducir el uso de anestésicos sistémicos y el riesgo asociado a estos. La propuesta de un protocolo anestésico preventivo, basado en combinación de TIVA, anestesia inhalatoria a bajas dosis y anestesia locorregional, busca mejorar la estabilidad cardiovascular y proteger la función renal durante procedimientos quirúrgicos programados. Este enfoque también promueve el uso de monitoreo constante, control de fluidoterapia y ajustes individualizados según el estado clínico del animal.

En conclusión, la prevención de la IRA en cirugías electivas no depende solo de un fármaco, sino de una planificación anestésica integral, donde la evaluación preoperatoria, la elección correcta del protocolo y el seguimiento postoperatorio son claves para lograr mejores resultados y reducir riesgos en los pacientes caninos.

Referencias

- Fusellier, M., Desfontis, J.-C., Madec, S., Gautier, F., Debailleul, M., & Gogny, M. (2007). Influence of three anesthetic protocols on glomerular filtration rate in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 68(8), 807–811.
- Gonullu, H., Yücel, N., Uysal, B., & Erdemli, E. (2014). The effects of dexmedetomidine on renal ischemia–reperfusion injury: A histopathological and biochemical study in rats. *International Journal of Surgery*, 12(12), 1437–1441.

Lobetti, R., & Lambrechts, N. (2000). Effects of general anesthesia and surgery on renal function in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 61(2), 121–124.

Ramírez Chinchilla, L. (2008). Diagnóstico y manejo del fallo renal en perros [Trabajo final de graduación, Universidad Nacional de Costa Rica].

Romero Riquelme, M. A. (2010). Fisiopatología y manejo clínico de la falla renal aguda y crónica en perros y gatos [Revisión bibliográfica, Universidad de Concepción].

Ruiz Sierra, I. C., & González Domínguez, M. S. (2007). Manejo clínico y nutricional de la falla renal aguda de origen medicamentoso en caninos: Reporte de caso. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 2(2), 48–59.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321428098006>

Daza González, M. A., García Pérez, E., & Fragio Arnold, C. (2017). *Manejo en urgencias de la insuficiencia renal aguda*. Hospital Clínico Veterinario, Universidad Complutense de Madrid.

Del Ángel Caraza, J., Quijano-Hernández, I. A., & Barbosa-Mireles, M. A. (2016). *Diagnóstico y manejo médico de la enfermedad renal crónica en perros y gatos*. Universidad Autónoma del Estado de México.

Londoño, L. (2020). Recuperación de la función renal, lesión renal aguda y progresión a la enfermedad renal crónica. En L. Londoño (Ed.), *Veterinaria Avanzada* (pp. 169–172).

Stone, E. A., Rawlings, C. A., Finco, D. R., & Crowell, W. A. (1981). Renal function after prolonged hypotensive anesthesia and surgery in dogs with reduced renal mass. *American Journal of Veterinary Research*, 42(10), 1675–1680.

Fusellier, M., Desfontis, J.-C., Madec, S., Gautier, F., Debailleul, M., & Gogny, M. (2007). Influence of three anesthetic protocols on glomerular filtration rate in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 68(8), 807–811.

Huayta Huanca, J. R. (2015). *Evaluación de cuatro protocolos de anestesia en caninos adultos para ovariectomía*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Grimm, K. A., Lamont, L. A., Tranquilli, W. J., Greene, S. A., & Robertson, S. A. (2013). *Manual de anestesia y analgesia en pequeñas especies* (2.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.

REMEVET. (2017). Abordaje diagnóstico del gato con enfermedad del tracto urinario inferior (ETUI). En *Edición especial: Gatos* (Ed. 3, Año 1, pp. 07–13). México: REMEVET.