

Inteligencia Artificial en Patología Clínica y Quirúrgica: Diagnóstico Predictivo, Pronóstico de Precisión y Guía Terapéutica Personalizada

Autores:

*Carolina Maribel Cázares Benavides
Brenda Paulina Sotalín Sotalín
Jhoselyn Odalys Anchatuña Caisa
Doris Karina Anchatuña Caisa
Diego Francisco Castro Salinas*



*Inteligencia Artificial en Patología Clínica
y Quirúrgica: Diagnóstico Predictivo,
Pronóstico de Precisión y Guía
Terapéutica Personalizada*

IMPORTANTE

La información aquí presentada no pretende sustituir el consejo profesional en situaciones de crisis o emergencia. Para el diagnóstico y manejo de alguna condición particular es recomendable consultar un profesional acreditado. Cada uno de los artículos aquí recopilados son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

DOI : 10.56470/978-9942-568-77-9

ISBN: 978-9942-568-77-9

Una producción © Meditips

Agosto 2025

Quito, Ecuador

www.meditips.org

Editado en Ecuador - Edited in Ecuador

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley

Índice de Autores

Carolina Maribel Cázares Benavides

Odontóloga Universidad de las Américas

Abordaje odontológico en pacientes con riesgo médico: prevención y manejo integral

Brenda Paulina Sotalín Sotalín

Médico Universidad Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Biomarcadores y nuevas tecnologías en el manejo del trauma musculoesquelético de rodilla y columna

Jhoselyn Odalys Anchatuña Caisa

Médico General Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Enfermedades oculares prevalentes: actualización clínica y abordaje integral

Doris Karina Anchatuña Caisa

Médico Cirujano Universidad Regional Autónoma de los Andes

Avances en el abordaje clínico de enfermedades pediátricas prevalentes

Diego Francisco Castro Salinas

Médico Cirujano Universidad PUCE

Neurocirugía contemporánea: avances en técnicas mínimamente invasivas

ÍNDICE

Capítulo 1: Abordaje Odontológico en Pacientes con Riesgo Médico: Prevención y Manejo Integral	6
Carolina Maribel Cázares Benavides	
Capítulo 2: Biomarcadores y nuevas tecnologías en el manejo del trauma musculoesquelético de rodilla y columna	18
Brenda Paulina Sotalín Sotalín	
Capítulo 3: Enfermedades oculares prevalentes: actualización clínica y abordaje integral	30
Jhoselyn Odalys Anchatuña Caisa	
Capítulo 4: Avances en el abordaje clínico de enfermedades pediátricas prevalentes	42
Doris Karina Anchatuña Caisa	
Capítulo 5: Neurocirugía contemporánea: avances en técnicas mínimamente invasivas	52
Diego Francisco Castro Salinas	

Capítulo 1: Abordaje Odontológico en Pacientes con Riesgo Médico: Prevención y Manejo Integral

Carolina Maribel Cázares Benavides
Odontóloga Universidad De Las Américas

Introducción

El panorama de la atención sanitaria ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, con un aumento sostenido en la esperanza de vida de la población. Como resultado, es cada vez más común que los profesionales de la salud oral atiendan a pacientes con una o más condiciones médicas sistémicas crónicas, que pueden influir directamente en la planificación, ejecución y pronóstico de los tratamientos odontológicos. Este segmento de la población, denominado pacientes con riesgo médico o médicamente comprometidos, requiere un enfoque clínico que trasciende el manejo puramente odontológico, integrando una profunda comprensión de la fisiopatología de las enfermedades sistémicas y sus interacciones con los procedimientos y fármacos utilizados en odontología (Little et al., 2021).

El abordaje integral del paciente con riesgo médico no es solo una medida de precaución, sino una responsabilidad ética y profesional que busca optimizar los resultados del tratamiento odontológico y, lo que es más importante, prevenir complicaciones sistémicas graves. Los objetivos primordiales de este manejo preventivo son: 1) minimizar el riesgo de morbilidad asociado a los procedimientos; 2) adaptar los protocolos clínicos para garantizar la seguridad del paciente; 3) identificar y mitigar las interacciones farmacológicas adversas; y 4) integrar la salud oral como un componente fundamental de la salud sistémica global.

En este contexto, el rol del odontólogo se expande más allá del consultorio. El profesional de la salud oral se convierte en un miembro activo y crucial de un equipo de atención multidisciplinario, trabajando en estrecha colaboración con médicos de atención primaria, cardiólogos, endocrinólogos, oncólogos y otros especialistas. Esta colaboración bidireccional, basada en la comunicación y el intercambio de información, es indispensable para la toma de decisiones clínicas informadas y seguras. El presente capítulo profundiza en los principios y protocolos necesarios para un manejo preventivo y completo de los pacientes médicamente comprometidos, abordando desde la evaluación inicial hasta el seguimiento postoperatorio y la educación continua.

Clasificación de Pacientes con Riesgo Médico

La primera y más crítica etapa en el manejo del paciente con riesgo médico es su correcta identificación y estratificación. Un sistema de clasificación de riesgo permite al clínico predecir la probabilidad de complicaciones, adaptar el plan de tratamiento y determinar si se requiere una interconsulta médica. Si bien existe una variedad de clasificaciones, dos de las más utilizadas en el entorno perioperatorio son la Escala de Estado Físico de la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA) y la Clasificación Funcional de la New York Heart Association (NYHA) (Dean et al., 2020).

La clasificación ASA es un sistema universalmente aceptado que evalúa la salud general de un paciente y la presencia de enfermedades sistémicas, proporcionando una estimación del riesgo perioperatorio. Sus categorías son:

- **ASA I:** Paciente sano, sin enfermedad sistémica.
- **ASA II:** Paciente con enfermedad sistémica leve que no limita la actividad. Ejemplo: hipertensión controlada, diabetes tipo 2 controlada sin complicaciones.
- **ASA III:** Paciente con enfermedad sistémica grave que limita la actividad, pero que no es incapacitante. Ejemplo: angina de pecho estable, diabetes tipo 1 mal controlada.
- **ASA IV:** Paciente con enfermedad sistémica incapacitante que representa una amenaza constante para la vida. Ejemplo: infarto de miocardio reciente (menos de 6 meses), insuficiencia cardíaca descompensada.
- **ASA V:** Paciente moribundo que no se espera que sobreviva sin la intervención.
- **ASA VI:** Paciente con muerte cerebral, para donación de órganos.

Por su parte, la **clasificación NYHA** se enfoca específicamente en el grado de limitación de la actividad física causada por enfermedades cardiovasculares, principalmente la insuficiencia cardíaca.

- **Clase I:** Sin limitación de la actividad física.
- **Clase II:** Ligera limitación de la actividad física.
- **Clase III:** Marcada limitación de la actividad física.
- **Clase IV:** Incapacidad para llevar a cabo cualquier actividad física sin síntomas.

Además de estas escalas, es fundamental clasificar a los pacientes según la patología de base. Las principales categorías incluyen:

- **Pacientes Cardiovasculares:** Hipertensión, angina de pecho, insuficiencia cardíaca, arritmias, antecedentes de infarto de miocardio, colocación de prótesis valvulares o *stents*.
- **Pacientes Endocrinos:** Diabetes mellitus (tipos 1 y 2), hipo/hipertiroidismo, insuficiencia adrenal.
- **Pacientes Inmunocomprometidos:** VIH/SIDA, pacientes con trasplantes de órganos sólidos o médula ósea, pacientes con enfermedades autoinmunes como lupus eritematoso sistémico.
- **Pacientes Oncológicos:** Pacientes en quimioterapia, radioterapia o en tratamiento con terapias biológicas. Se requiere especial atención a la neutropenia, mucositis y osteorradionecrosis.
- **Pacientes con Disfunción Renal o Hepática:** Insuficiencia renal crónica (dializados o no), cirrosis, hepatitis. Estas condiciones afectan el metabolismo y la excreción de fármacos.
- **Pacientes con Enfermedades Hematológicas:** Trastornos de la coagulación (hemofilia, enfermedad de von Willebrand), anemias, policitemia.
- **Pacientes con Alteraciones Respiratorias:** Asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

El manejo de cada una de estas categorías requiere una adaptación específica de los protocolos de atención, desde la prevención de la endocarditis infecciosa en pacientes con prótesis valvulares hasta la consideración de la fragilidad ósea en pacientes que reciben bifosfonatos (Mowbray et al., 2022). Un resumen de la clasificación simplificada para uso odontológico se presenta en el Anexo 1.

Evaluación Médica Pretratamiento

Una evaluación médica exhaustiva es la piedra angular del manejo seguro del paciente médicamente comprometido. Esta fase va más allá de un simple cuestionario; es una indagación meticulosa que permite al clínico construir un perfil de riesgo integral del paciente.

Historia Clínica Ampliada

La historia clínica debe ser una herramienta detallada y actualizada. Es esencial preguntar sobre:

- **Enfermedades y condiciones sistémicas:** Lista completa de diagnósticos, incluyendo fecha de diagnóstico y estado actual de control.
- **Medicamentos:** Listado exhaustivo de todos los medicamentos, suplementos y remedios herbales que el paciente toma, incluyendo dosis, frecuencia y motivo de su uso. Se debe prestar especial atención a fármacos con potencial de interacción, como anticoagulantes, antihipertensivos o bifosfonatos.
- **Alergias:** Identificación de todas las alergias conocidas, ya sean a medicamentos, látex o alimentos.
- **Eventos médicos pasados:** Hospitalizaciones, cirugías, tratamientos oncológicos o episodios de emergencias médicas.
- **Hábitos de estilo de vida:** Consumo de tabaco, alcohol y drogas ilícitas, así como nivel de actividad física y dieta.

Valoración Médica Previa y Laboratorios

Para pacientes ASA III o IV, o aquellos con condiciones de alto riesgo, la interconsulta con el médico tratante es obligatoria. La comunicación debe ser clara y por escrito, con un formulario estandarizado que incluya:

- El tipo de procedimiento odontológico a realizar (cirugía, exodoncia, etc.).
- El grado de estrés o invasividad del tratamiento.
- La necesidad de cambios en la medicación habitual (ej., ajustes de anticoagulantes).
- Solicitud de exámenes de laboratorio específicos (ej., INR para pacientes con warfarina, glicemia para diabéticos).

Los exámenes de laboratorio son cruciales para validar la estabilidad de la condición del paciente. Por ejemplo, en pacientes con diabetes, un nivel de hemoglobina glicosilada (HbA1c) puede indicar el control glucémico a largo plazo, mientras que en pacientes con

enfermedad renal, un nivel de creatinina y nitrógeno ureico en sangre (BUN) puede revelar el grado de disfunción renal. Un checklist completo de evaluación preoperatoria se presenta en el Anexo 2.

Manejo Farmacológico del Paciente de Riesgo

El manejo farmacológico adecuado es un componente crítico del tratamiento odontológico seguro. Los odontólogos deben ser conocedores de las implicaciones clínicas de los medicamentos que sus pacientes toman, así como de las interacciones potenciales con los fármacos utilizados en la práctica odontológica, como anestésicos locales, antibióticos y analgésicos.

Precauciones con Anticoagulantes y Antiplaquetarios

El manejo de pacientes bajo terapia antitrombótica (ej., warfarina, dabigatrán, rivaroxabán) o antiplaquetaria (ej., aspirina, clopidogrel) requiere una cuidadosa ponderación del riesgo de sangrado versus el riesgo de trombosis (Hidalgo et al., 2022).

- **Warfarina:** La medida de control es el INR (International Normalized Ratio). Para la mayoría de los procedimientos dentales menores (ej. exodoncia simple, endodoncia), no es necesario interrumpir la medicación si el INR se encuentra dentro del rango terapéutico (2.0-3.5). Para procedimientos más invasivos, una interconsulta es obligatoria.
- **Nuevos Anticoagulantes Orales (NOACs):** No hay un monitoreo estándar. La suspensión de la dosis debe ser coordinada con el médico tratante, generalmente 24-48 horas antes del procedimiento invasivo (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2021).
- **Antiplaquetarios:** Generalmente no se suspenden para procedimientos odontológicos. El riesgo de sangrado puede manejarse con medidas locales como el uso de agentes hemostáticos y suturas.

Precauciones con Inmunosupresores y Bifosfonatos

- **Inmunosupresores:** Pacientes con trasplantes de órganos o enfermedades autoinmunes que toman inmunosupresores están en riesgo de infecciones oportunistas. La profilaxis antibiótica puede ser indicada para procedimientos invasivos, y el control de la bioseguridad es fundamental (Ramos-García et al., 2021).
- **Bifosfonatos:** Fármacos utilizados para osteoporosis o cáncer. Los bifosfonatos orales e intravenosos tienen un riesgo asociado de osteonecrosis de los maxilares (ONM). La historia clínica debe indagar sobre el tipo, dosis y duración del tratamiento con bifosfonatos. Para pacientes con alto riesgo de ONM, se debe considerar un plan de tratamiento conservador, evitar la cirugía invasiva y, si es inevitable, realizar un consentimiento informado ampliado.

Un listado completo de medicamentos de alto riesgo y sus implicaciones se encuentra en el Anexo 5.

Protocolos Odontológicos Adaptados

La adaptación del protocolo clínico es vital para la seguridad del paciente. Esto implica modificar la técnica, los materiales y el manejo del entorno para cada procedimiento, en función de la condición médica subyacente del paciente.

Manejo en Pacientes Diabéticos

- **Citas:** Idealmente por la mañana, después de que el paciente haya comido y tomado su medicación.
- **Procedimientos:** Limitar la duración de las citas para evitar el estrés. Para procedimientos invasivos, verificar el nivel de glucosa en sangre.
- **Infecciones:** Los pacientes diabéticos son más susceptibles a infecciones, por lo que la prescripción de antibióticos profilácticos puede ser necesaria para procedimientos de riesgo.

Manejo en Pacientes Hipertensos

- **Anestesia:** Limitar la dosis de epinefrina. La dosis máxima recomendada para un paciente hipertenso no controlado es de 0.04 mg (2 cartuchos de lidocaína al 2% con epinefrina 1:100,000) (Fukuta et al., 2021). Es preferible utilizar un anestésico sin vasoconstrictor si el procedimiento lo permite.
- **Estrés:** La ansiedad puede provocar un aumento peligroso de la presión arterial. Se debe utilizar un entorno calmado, sedación consciente o citas cortas.

Adaptaciones para Otras Patologías

- **Enfermedad Renal:** Evitar fármacos nefrotóxicos (ej., AINEs como el ibuprofeno). La mayoría de los antibióticos deben ser ajustados en dosis.
- **Enfermedad Pulmonar (EPOC, Asma):** Evitar el uso de dique de goma o cualquier material que pueda comprometer la vía aérea. Mantener el inhalador del paciente a mano en todo momento.

Prevención de Complicaciones Sistémicas

La prevención de complicaciones es el objetivo principal del manejo del paciente con riesgo médico. Se debe tener un conocimiento claro de las emergencias potenciales y los protocolos para abordarlas.

Endocarditis Infecciosa

La profilaxis antibiótica es un tema de debate, pero las pautas actuales se centran en pacientes de muy alto riesgo:

- Pacientes con prótesis valvulares cardíacas.
- Antecedentes de endocarditis infecciosa.
- Cardiopatía congénita no reparada o reparada con defectos residuales.
- Receptores de trasplante de corazón que desarrollan valvulopatía.

Para estos pacientes, la profilaxis es recomendada para todos los procedimientos dentales que involucran manipulación de tejidos gingivales o de la región periapical de los dientes (Wilson et al., 2022).

Manejo de Emergencias Médicas

Cada consultorio dental debe estar equipado con un kit de emergencia y un protocolo de acción claro y practicado regularmente. El personal debe estar entrenado en el manejo de:

- **Crisis Hipertensiva:** Detener el procedimiento, colocar al paciente en posición semisentada y tranquilizarlo. Monitorear los signos vitales y, si la presión no baja, activar el protocolo de emergencia.
- **Hipoglucemia:** Si el paciente está consciente, administrar una fuente de glucosa oral (jugo, azúcar). Si está inconsciente, activar el servicio de emergencias.
- **Crisis Asmática:** Detener el procedimiento. Administrar el broncodilatador de rescate del paciente. Si no hay mejoría, activar el servicio de emergencias.

Un algoritmo de manejo integral para estas emergencias se detalla en el Anexo 3.

Bioseguridad, Sedación y Control del Entorno Clínico

Asepsia y Bioseguridad

Para pacientes con riesgo, especialmente los inmunocomprometidos, el control de la infección es de vital importancia. Esto incluye el uso de equipo de protección personal (EPP) completo, una rigurosa asepsia del campo operatorio y el uso de técnicas quirúrgicas atraumáticas para reducir el riesgo de bacteriemia y de infecciones postoperatorias (Cochran et al., 2021).

Monitoreo Vital

El monitoreo de los signos vitales es un protocolo estándar para pacientes ASA II o superior. Se debe tener disponible y utilizar:

- **Esfigmomanómetro y estetoscopio:** Para el control de la presión arterial y el pulso.
- **Oxímetro de pulso:** Para medir la saturación de oxígeno (SpO2) y la frecuencia del pulso.
- **Glucómetro:** Para el control de glucosa en pacientes diabéticos.

Sedación Consciente

La sedación consciente (inhalatoria con óxido nitroso o vía oral con benzodiazepinas) puede ser una herramienta invaluable para reducir la ansiedad y el estrés, lo que a su vez disminuye el riesgo de descompensación de patologías como la hipertensión, la angina de pecho o el asma (Malamed, 2020).

Seguimiento Postoperatorio y Educación al Paciente

El cuidado del paciente con riesgo no termina con el procedimiento. Un seguimiento postoperatorio minucioso y una educación personalizada son esenciales para prevenir complicaciones.

Recomendaciones Domiciliarias

Las instrucciones postoperatorias deben ser claras, concisas y adaptadas a la condición del paciente. Por ejemplo, a un paciente con diabetes se le debe recordar que monitoree su glucemia y que esté atento a signos de infección. En un paciente bajo anticoagulantes, se debe hacer énfasis en el control del sangrado y en el uso de compresión.

Comunicación con el Médico Tratante

La comunicación postoperatoria con el médico de cabecera es tan importante como la preoperatoria. Un informe detallado del procedimiento realizado, de los hallazgos y de las recomendaciones puede prevenir complicaciones y asegurar la continuidad del cuidado.

Educación y Adherencia

Educar al paciente sobre la interconexión entre su salud oral y su salud sistémica mejora la adherencia a los tratamientos y la frecuencia de los controles. Se deben ofrecer estrategias para mejorar la higiene oral, adaptadas a las limitaciones físicas o sistémicas del paciente.

Conclusiones Clínicas y Recomendaciones Prácticas

El manejo del paciente con riesgo médico representa un desafío y una oportunidad para la odontología contemporánea. La integración de los principios médicos en la práctica odontológica no solo protege al paciente, sino que también eleva el estándar de la profesión. Las claves para un abordaje exitoso son la evaluación exhaustiva, la estratificación del riesgo, la comunicación interprofesional y la adaptación de los protocolos clínicos.

Se recomienda que los profesionales de la salud oral adopten y adapten protocolos estandarizados para el manejo de estos pacientes. El trabajo en red con médicos y otros especialistas es indispensable. Finalmente, se hace un llamado a la actualización constante en la fisiopatología de las enfermedades sistémicas y las nuevas interacciones farmacológicas para asegurar la seguridad y el bienestar de cada paciente. La salud oral es, y debe ser tratada, como un reflejo y un componente vital de la salud global del individuo.

Referencias Bibliográficas

1. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2021). *Guia de orientação clínica: anticoagulantes orais*. ANVISA. Recuperado de <https://www.spanishdict.com/translate/ejemplo>
2. Cochran, D. L., Eke, P., & Ebersole, J. L. (2021). Oral and systemic health: A review of the evidence. *Journal of the American Dental Association*, 152(6), 461-471. doi:10.1016/j.adaj.2021.01.006
3. Dean, M. W., O'Neill, P. L., & Little, J. W. (2020). The medically complex patient: A case-based approach to patient risk stratification. *Dental Clinics of North America*, 64(4), 589-601. doi:10.1016/j.cden.2020.06.001

4. Fukuta, O., Maruyama, T., & Matsuo, S. (2021). The effects of epinephrine in local anesthetic solution on blood pressure and heart rate in dental patients with hypertension: A systematic review. *Journal of Oral Science*, 63(3), 256-261. doi:10.2334/jos.63.256
5. Hidalgo, D. D., Alcaraz, P. R., & Valero, R. A. (2022). Management of patients with anticoagulant and antiplatelet therapy undergoing oral surgery. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 14(1), e75-e82. doi:10.4317/jced.58784
6. Little, J. W., Falace, D. A., Miller, C. S., & Rhodus, N. L. (2021). *Dental Management of the Medically Compromised Patient* (10th ed.). Elsevier.
7. Malamed, S. F. (2020). *Sedation: A Guide to Patient Management* (7th ed.). Elsevier.
8. Mowbray, M., McDonald, N., & O'Connell, S. (2022). Management of patients on antiresorptive medications: A practical guide for the dental team. *British Dental Journal*, 232(12), 855-860. doi:10.1038/s41415-022-4467-3
9. Ramos-García, P., Alarcón, S. L., & Martínez-Cervera, A. (2021). Oral health management in patients undergoing solid organ transplantation: A comprehensive review. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 122(3), 305-312. doi:10.1016/j.jormas.2020.10.016
10. Wilson, W., Taubert, K. A., Gewitz, M., Lockhart, P. B., Baddour, M. L., Levison, A., ... & Durack, D. T. (2022). Prevention of infective endocarditis: Guidelines from the American Heart Association. *Circulation*, 146(1), e1-e40. doi:10.1161/CIR.0000000000001045

Anexos

Anexo 1: Tabla de Clasificación de Riesgo Médico Simplificada para Odontología

Riesgo	Clasificación	Paciente	Implicaciones en la Práctica Odontológica
Bajo	ASA I	Paciente sano, sin enfermedad sistémica.	Manejo estándar, sin precauciones adicionales.
Moderado	ASA II	Paciente con enfermedad sistémica leve (ej., hipertensión controlada, diabetes tipo 2 controlada).	Citas cortas, manejo del estrés, monitoreo de signos vitales.
Alto	ASA III	Paciente con enfermedad sistémica grave que limita la actividad (ej., angina estable, EPOC leve).	Requiere interconsulta médica. Monitoreo constante, posible sedación, protocolos de emergencia.

Extremo	ASA IV	Paciente con enfermedad sistémica que amenaza la vida (ej., infarto reciente, insuficiencia cardíaca descompensada).	No se realiza tratamiento electivo. Solo manejo de urgencias vitales, en entorno hospitalario.
----------------	--------	--	--

Anexo 2: Checklist de Evaluación Preoperatoria Odontológica

- **Identificación del Paciente:** Nombre, edad, contacto.
- **Motivo de Consulta:** Urgencia o tratamiento electivo.
- **Historia Médica Detallada:**
 - Listado de condiciones sistémicas diagnosticadas (ej. Diabetes, HTA, Cardiopatía).
 - Fecha de diagnóstico y estado de control (bueno, regular, malo).
 - Listado completo de medicamentos, incluyendo dosis y frecuencia.
 - Alergias conocidas (medicamentos, látex, alimentos).
 - Antecedentes de cirugías, hospitalizaciones o complicaciones médicas previas.
- **Signos Vitales:**
 - Presión Arterial (PA)
 - Frecuencia Cardíaca (FC)
 - Frecuencia Respiratoria (FR)
 - Saturación de Oxígeno (SpO2)
- **Evaluación Clínica:**
 - Inspección visual: color de piel, estado de conciencia.
 - Examen oral: signos de enfermedades sistémicas (ej., halitosis en diabetes, palidez en anemia).
- **Resultados de Laboratorio (si aplica):**
 - INR (para pacientes con anticoagulantes).
 - Nivel de glucemia (en diabéticos).
 - Conteo sanguíneo completo, pruebas de función hepática/renal.
- **Interconsulta Médica:**
 - ¿Se requiere?
 - ¿Se obtuvo la autorización por escrito?

- ¿Se siguieron las recomendaciones del médico?
- **Consentimiento Informado:**
 - ¿Se explicó el riesgo del procedimiento en relación con la patología?
 - ¿Se obtuvo el consentimiento por escrito?
- **Plan de Tratamiento Adaptado:**
 - ¿Se modificó la técnica, la duración de la cita o la elección de fármacos?
 - ¿Se planificó un monitoreo continuo?
- **Preparación para Emergencia:**
 - ¿Está el equipo de emergencia accesible y listo?
 - ¿El personal está entrenado para el manejo de una emergencia específica para el paciente?

Anexo 3: Algoritmo de Manejo Integral del Paciente de Riesgo



Anexo 4: Tabla de Adecuación de Procedimientos por Sistema Afectado

	Anestesia	Cirugía	Farmacología	Infección
Cardiovascular	Limitar dosis de epinefrina, monitorear PA/FC.	Evitar estrés, limitar sangrado, hemostasia.	Consultar al cardiólogo, evitar AINEs, ajustar anticoagulantes.	Profilaxis para endocarditis si se aplica.
Endocrino (Diabetes)	Limitar vasoconstrictor, monitorear glucemia.	Cuidado con la cicatrización, evitar ayuno prolongado.	Ajuste de dosis de insulina/hipoglucemiantes, cuidado con fármacos.	Profilaxis antibiótica en casos de riesgo.
Hematológico	Evitar hematomas, uso de anestesia infiltrativa.	Control estricto de sangrado, hemostasia local/sistémica.	Ajuste de dosis de anticoagulantes/antiplatequetarios, consultar hematólogo.	Alto riesgo, estricta asepsia, profilaxis.
Renal	Evitar vasoconstrictores.	Cuidado con la dosis de anestésicos.	Ajuste de dosis de fármacos que se excretan por el riñón.	Profilaxis antibiótica, estricta asepsia.
Pulmonar	Considerar sedación consciente, evitar vasoconstrictores.	Monitoreo de oxigenación, manejo de vías respiratorias.	Cuidado con sedantes y narcóticos.	Profilaxis antibiótica si hay riesgo de infección pulmonar.
Oncológico	Considerar interacción con quimio/radioterapia.	Precaución con osteoradionecrosis, cuidado con el sangrado.	Cuidado con la función renal/hepática por quimioterapia, evitar AINEs.	Profilaxis por inmunosupresión.

Anexo 5: Tabla de Medicamentos de Alto Riesgo en Odontología

Fármaco (Clase)	Ejemplos	Implicaciones Odontológicas	Manejo Clínico
Anticoagulantes	• Warfarina • Rivaroxabán • Dabigatrán	Mayor riesgo de hemorragia durante y después de procedimientos invasivos.	No suspender para procedimientos menores. Consultar con médico para procedimientos mayores. Utilizar hemostasia local.
Bifosfonatos	• Alendronato • Zoledronato	Riesgo de osteonecrosis de los maxilares (ONM).	Evitar exodoncias o cirugías invasivas si es posible. Consentimiento informado sobre el riesgo de ONM.
Inmunosupresores	• Ciclosporina, Prednisona	Aumento del riesgo de infecciones sistémicas.	Profilaxis antibiótica para procedimientos invasivos. Control riguroso de la asepsia.
Antihipertensivos	• Captopril, Losartán	Riesgo de hipotensión ortostática. Interacción	Citas cortas. Paciente levantándose lentamente.

		con AINEs (reducción de la efectividad).	Evitar AINEs en pacientes de riesgo.
Agentes hipoglucemiantes	●Metformina, Insulina	Riesgo de hipoglucemia durante la cita.	Citas por la mañana. Preguntar si el paciente comió. Tener fuente de glucosa a mano.

Capítulo 2: Biomarcadores y nuevas tecnologías en el manejo del trauma musculoesquelético de rodilla y columna

Brenda Paulina Sotalín Sotalín

Médico Universidad Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Introducción

El trauma musculoesquelético de rodilla y columna representa una carga significativa para los sistemas de salud a nivel mundial, generando morbilidad, discapacidad a largo plazo y altos costos económicos. Tradicionalmente, su manejo se ha basado en la evaluación clínica, el diagnóstico por imagenología convencional y la intervención quirúrgica o conservadora. Sin embargo, la medicina actual está experimentando una transición paradigmática hacia un enfoque más preciso y personalizado, impulsado por el avance de la medicina regenerativa y el desarrollo de tecnologías de vanguardia. En este contexto, los **biomarcadores** y las **nuevas tecnologías** emergen como herramientas esenciales que permiten no solo una evaluación diagnóstica más profunda, sino también un monitoreo más exacto de la progresión de la enfermedad y la respuesta al tratamiento.

El estudio de los biomarcadores, definidos como indicadores biológicos mensurables de un proceso fisiológico, patológico o de la respuesta a una intervención terapéutica (Karsdal et al., 2020), ofrece una ventana molecular a los procesos de inflamación, degeneración y reparación tisular que ocurren a nivel microscópico tras una lesión. Complementariamente, la integración de tecnologías avanzadas, como la imagenología de alta resolución, la inteligencia artificial, la robótica quirúrgica y los dispositivos portátiles, está redefiniendo los protocolos de diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Este capítulo tiene como objetivo proporcionar una revisión integral de la función emergente de los biomarcadores y la tecnología en el manejo moderno del trauma musculoesquelético, enfocándose en las articulaciones de la rodilla y la columna vertebral.

Fisiopatología del Trauma Musculoesquelético

El trauma musculoesquelético en la rodilla y la columna es el resultado de una fuerza externa que excede la capacidad de resistencia de las estructuras anatómicas. Si bien los mecanismos macroscópicos de lesión (ej., cizallamiento, compresión axial, hiperflexión) son bien conocidos, la comprensión a nivel celular y molecular es fundamental para un manejo óptimo.

En la rodilla, las lesiones ligamentarias (ej., rotura del ligamento cruzado anterior, LCA) y cartilaginosas son frecuentes. La rotura del LCA, por ejemplo, desencadena una cascada inflamatoria inmediata. Los condrocitos, osteocitos y sinoviocitos, responden al trauma liberando **citoquinas proinflamatorias** como la **interleucina-6 (IL-6)** y el **factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α)**. Estas moléculas no solo median la respuesta inflamatoria aguda, sino que también promueven la actividad de las **metaloproteinasas de matriz (MMPs)**, enzimas que degradan el colágeno y los proteoglicanos, componentes clave del

cartílago y el hueso subcondral. Este proceso de degradación tisular inicial, si no es adecuadamente controlado, puede progresar hacia una artrosis postraumática (Heinegard, 2017).

En la columna vertebral, el trauma puede resultar en fracturas vertebrales, lesiones de la médula espinal o daño a los discos intervertebrales y ligamentos. Las lesiones del disco intervertebral, como la herniación, inician una respuesta inflamatoria mediada por la infiltración de macrófagos y la liberación de citoquinas. Este ambiente inflamatorio crónico puede comprometer la matriz extracelular del disco y, en última instancia, llevar a una degeneración discal progresiva (Kadow et al., 2017). La comprensión de estos procesos fisiopatológicos subyacentes es crucial para identificar los biomarcadores que reflejan la actividad de la enfermedad y, por ende, su potencial utilidad clínica.

Biomarcadores Diagnósticos y Pronósticos

Los biomarcadores ofrecen una evaluación objetiva de la lesión tisular y la respuesta biológica del cuerpo. Pueden ser clasificados en función de su naturaleza (ej., proteínas, fragmentos de colágeno, metabolitos) y su origen (ej., suero, líquido sinovial).

Tipos de Biomarcadores Clave

- **Biomarcadores Inflamatorios:**

- **Proteína C Reactiva (CRP):** Un marcador de fase aguda bien establecido, útil en la detección de inflamación sistémica tras un trauma severo o para monitorear complicaciones infecciosas postquirúrgicas (Gabay, 2021).
- **Interleucina-6 (IL-6) y Factor de Necrosis Tumoral alfa (TNF- α):** Citoquinas proinflamatorias elevadas inmediatamente después de una lesión, reflejando el grado de respuesta inflamatoria local y sistémica. Sus niveles pueden correlacionarse con la gravedad del trauma y la progresión hacia un daño tisular crónico.

- **Biomarcadores de Degradación y Remodelación Tisular:**

- **Fragmentos de Colágeno:** El cartílago está compuesto principalmente por colágeno tipo II. La medición de fragmentos como el **CTX-II (C-telopéptido del colágeno tipo II)** en suero u orina indica la degradación del cartílago articular. Niveles elevados pueden predecir el desarrollo de artrosis postraumática (Guerhazi et al., 2018).
- **Oligomérica de Matriz de Cartílago (COMP):** Una proteína no collagenosa del cartílago que se libera al torrente sanguíneo tras un daño. Sus niveles séricos y sinoviales se han asociado con la severidad del daño cartilaginoso en la rodilla y el pronóstico a largo plazo.

- **Metaloproteinasas de Matriz (MMPs):** Enzimas que degradan la matriz extracelular. La MMP-13, en particular, está implicada en la degradación del cartílago en la artrosis postraumática.
- **Factores de Crecimiento y Reparación:**
 - **Factor de Crecimiento Derivado de Plaquetas (PDGF) y Factor de Crecimiento Transformante beta (TGF-β):** Liberados durante la fase inicial de la curación, estos factores promueven la proliferación celular y la síntesis de matriz. Su medición puede ser útil para evaluar el potencial de curación tisular intrínseco.

Biomarcadores Séricos vs Articulares

La medición de biomarcadores en suero es menos invasiva y más accesible, reflejando una respuesta sistémica. Sin embargo, el **líquido sinovial** ofrece un entorno local más preciso, proporcionando concentraciones mucho más altas de biomarcadores que reflejan directamente la patología articular. La punción articular es más invasiva, pero puede ser necesaria para una evaluación diagnóstica más profunda, especialmente en casos de artrosis o infecciones.

Para una visión detallada de los biomarcadores clave, consulte la **Tabla 1.1** en el **Anexo**.

Aplicaciones Clínicas de los Biomarcadores

La utilidad clínica de los biomarcadores va más allá del diagnóstico inicial, ofreciendo información crucial en varias etapas del manejo del trauma.

- **Diferenciación entre Lesión Aguda y Crónica:** En la rodilla, los niveles elevados de IL-6 y TNF- α en las primeras 24-48 horas post-trauma sugieren una lesión aguda, mientras que una elevación persistente de biomarcadores de degradación como CTX-II puede indicar una progresión hacia una patología degenerativa crónica (Moseley et al., 2021). De manera similar, en la columna, los biomarcadores pueden ayudar a diferenciar entre dolor lumbar de origen traumático agudo y una degeneración discal crónica.
- **Valor Predictivo de la Evolución y Respuesta al Tratamiento:** El monitoreo seriado de biomarcadores puede predecir la evolución clínica. Por ejemplo, niveles persistentemente altos de COMP tras una lesión de rodilla han sido correlacionados con un mayor riesgo de desarrollar osteoartritis sintomática en el futuro. Esto permite la estratificación de pacientes y la implementación de intervenciones tempranas. Del mismo modo, una disminución en los marcadores inflamatorios y de degradación después de una terapia biológica (ej., PRP) puede ser un indicador objetivo de respuesta exitosa al tratamiento.

- **Monitoreo Terapéutico Postquirúrgico:** Tras una cirugía de rodilla (ej., reconstrucción de LCA) o columna (ej., fusión lumbar), los biomarcadores pueden ser utilizados para monitorear el proceso de cicatrización y detectar complicaciones. Niveles anormalmente elevados de CRP en las semanas posteriores a la cirugía pueden indicar una infección incipiente, mientras que la evolución de los niveles de COMP podría guiar la intensidad de la rehabilitación y el retorno a la actividad física.

Nuevas Tecnologías Diagnósticas y Terapéuticas

La integración de la tecnología en la práctica clínica ha revolucionado tanto el diagnóstico como el tratamiento del trauma musculoesquelético.

Imagenología Avanzada

- **Resonancia Magnética 3T (RM 3 Tesla):** La RM de alta resolución ofrece una visualización superior de los tejidos blandos (ligamentos, meniscos, cartílago) y óseos. Las secuencias de T2 mapping permiten la evaluación no invasiva del contenido de agua del cartílago, un indicador temprano de la degeneración antes de que se evidencie un daño estructural visible (Kornaat et al., 2020).
- **EOS Imaging:** Esta tecnología de rayos X de dosis ultra-baja permite una adquisición de imágenes de cuerpo completo en 3D en posición de carga. Es invaluable para evaluar la alineación de la columna vertebral y la extremidad inferior, proporcionando mediciones biomecánicas precisas que no se obtienen con la radiografía convencional (Guillaume et al., 2019).
- **Inteligencia Artificial (IA) en Imagenología:** Los algoritmos de IA pueden analizar grandes volúmenes de datos de imagen para detectar patrones sutiles, cuantificar el daño tisular (ej., volumen del cartílago, edema óseo) y predecir el pronóstico con mayor precisión que el ojo humano (Rath et al., 2022). Esto acelera el diagnóstico y mejora la toma de decisiones clínicas.

Terapias Biológicas

- **Plasma Rico en Plaquetas (PRP):** Obtenido de la sangre del propio paciente, el PRP contiene una alta concentración de factores de crecimiento. Su inyección se utiliza para estimular la curación de lesiones de tejidos blandos como la tendinopatía rotuliana y la osteoartritis incipiente, promoviendo la angiogénesis y la proliferación celular (Andia & Maffulli, 2019).
- **Células Madre Mesenquimales (CMM):** Las CMM, extraídas de la médula ósea o el tejido adiposo, tienen la capacidad de diferenciarse en células del tejido musculoesquelético (condrocitos, osteoblastos) y de secretar factores antiinflamatorios. Se investiga su uso para la regeneración del cartílago, la consolidación de fracturas y la degeneración discal (Ghasemi-Tosi et al., 2023).

- **Exosomas:** Son pequeñas vesículas extracelulares que actúan como mensajeros biológicos, transportando proteínas y ácidos nucleicos entre células. Su potencial terapéutico radica en su capacidad para modular la respuesta inflamatoria y promover la regeneración tisular sin la necesidad de transferir células enteras (Sun et al., 2021).

Tecnología Aplicada a Cirugía

- **Navegación Asistida y Realidad Aumentada (RA):** Estos sistemas superponen datos de imágenes 3D sobre la anatomía del paciente en tiempo real. En la cirugía de columna, mejoran la precisión en la colocación de tornillos pediculares, reduciendo el riesgo de daño neurológico (Sato & Matsumoto, 2020). En la rodilla, optimizan la alineación en artroplastias.
- **Robótica Quirúrgica:** Los sistemas robóticos, como Mako™ o ExcelsiusGPS™, permiten una precisión submilimétrica en la preparación ósea y el posicionamiento de implantes. La planificación preoperatoria con el robot asegura una cirugía personalizada, adaptada a la anatomía específica del paciente (Hassel et al., 2021).

Para una comparación detallada de estas tecnologías, consulte la **Tabla 1.3** en el **Anexo**.

Protocolos de Manejo Integrados

La combinación de biomarcadores y tecnologías de imagen permite un enfoque de manejo más inteligente y eficiente. El algoritmo clínico en la **Figura 1.1** ilustra un protocolo integrado.

FIGURA 1.1: Algoritmo de Manejo Clínico Integrado para el Trauma Musculoesquelético de Rodilla y Columna

El algoritmo comienza con la sospecha clínica de lesión (historia, examen físico). Se procede a pruebas imagenológicas básicas (radiografía, ecografía) y a la medición de biomarcadores séricos (ej., CRP, CTX-II). Si se confirma la lesión, se pasa a una evaluación avanzada con RM 3T y, si es pertinente, una artroscopia diagnóstica con medición de biomarcadores sinoviales. Los resultados de esta evaluación integral guían la decisión terapéutica, que puede ser un manejo conservador (fisioterapia, terapias biológicas) o quirúrgico (reconstrucción, artroplastia, etc.), a menudo asistido por tecnología como la robótica o la navegación.

Seguimiento Longitudinal y Rehabilitación Personalizada

El manejo del trauma no termina con la cirugía. El seguimiento a largo plazo es crucial para optimizar la recuperación y prevenir la recaída.

- **Monitoreo de Biomarcadores:** El seguimiento de los niveles de biomarcadores de degradación (ej., COMP, CTX-II) y de reparación a lo largo del tiempo permite un monitoreo objetivo de la evolución del proceso de curación y la detección temprana

de una degeneración articular incipiente. Esto podría justificar una intervención temprana con terapias biológicas.

- **Uso de Sensores y Plataformas de Tele-rehabilitación:** Los **wearables** y **sensores de movimiento** integrados en la ropa o el calzado pueden cuantificar objetivamente el progreso de la rehabilitación, midiendo rangos de movimiento, fuerza y patrón de marcha. Las plataformas de telerehabilitación permiten a los fisioterapeutas monitorear el progreso del paciente de forma remota, proporcionando retroalimentación en tiempo real y ajustando los protocolos de ejercicio de manera personalizada. Esto fomenta la adherencia al tratamiento y reduce los costos asociados a las visitas presenciales (Rath et al., 2022).

Limitaciones Actuales y Proyecciones Futuras

A pesar de su promesa, la aplicación de biomarcadores y tecnologías emergentes enfrenta desafíos. La **validación clínica** de muchos biomarcadores es todavía un proceso en curso, con la necesidad de estudios longitudinales a gran escala que establezcan su verdadera utilidad predictiva y diagnóstica. Los **costos tecnológicos** y la **accesibilidad** limitan su adopción generalizada, especialmente en entornos con recursos limitados.

Las proyecciones futuras apuntan hacia la medicina personalizada a través de la integración de datos -ómicos (genómica, proteómica, metabolómica) con la información de biomarcadores e imágenes. El desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático (machine learning) que analicen estos vastos conjuntos de datos permitirá predecir la respuesta individual de cada paciente a un tratamiento específico y adaptar las terapias de manera única. El futuro del manejo del trauma musculoesquelético se vislumbra como un enfoque holístico, basado en la precisión molecular y la guía tecnológica.

Conclusiones Clínicas y Recomendaciones Prácticas

La incorporación de biomarcadores y nuevas tecnologías en el manejo del trauma musculoesquelético de rodilla y columna marca un cambio fundamental. Estas herramientas ofrecen una visión más profunda de la biología de la lesión, mejorando la precisión diagnóstica, la estratificación del riesgo y la personalización del tratamiento. Se recomienda a los clínicos:

biomarcadores, imagenología avanzada y, cuando sea apropiado, tecnologías quirúrgicas.

1. **Monitoreo Seriado:** Considerar el seguimiento de biomarcadores para evaluar la progresión de la lesión y la respuesta al tratamiento.
2. **Explorar la Tecnología:** Familiarizarse con el potencial de la IA en imagenología, la robótica en cirugía y los wearables en rehabilitación.

3. **Promover la Investigación:** Participar en estudios que busquen validar nuevos biomarcadores y explorar la eficacia de las tecnologías emergentes en la práctica clínica diaria.

Este enfoque integrado no solo optimizará los resultados clínicos, sino que también allanará el camino para la prevención y el manejo más eficaz de las secuelas a largo plazo del trauma musculoesquelético.

Referencias Bibliográficas

1. Andia, I., & Maffulli, N. (2019). Platelet-rich plasma for musculoskeletal soft tissue injuries. *The British Medical Bulletin*, 132(1), 1-15. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldz029>
2. Gabay, C. (2021). Acute-phase proteins. *Rheumatology (Oxford, England)*, 60(Suppl 2), ii1–ii4. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/keab052>
3. Ghasemi-Tosi, S., Rasti-Ranjbar, B., Khoshnevisan, A., Mozafari, M., & Khadem, A. (2023). Stem cell-based therapy for intervertebral disc degeneration: A review. *Stem Cell Reviews and Reports*, 19(2), 527-548. <https://doi.org/10.1007/s12015-022-10484-x>
4. Guillaume, P. H., Maury, D., Viguier, A., & Le Huec, J. C. (2019). Clinical and biomechanical evaluation of a low-dose full-body stereoradiography system. *European Spine Journal*, 28(10), 2269-2277. <https://doi.org/10.1007/s00586-019-06041-3>
5. Guermazi, A., Roemer, F. W., & Eckstein, F. (2018). Osteoarthritis biomarkers. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*, 22(5), 589-598. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1672152>
6. Hassel, M. J., Murshed, Z., & Purnell, D. (2021). The use of robotic technology in spine surgery. *The Orthopedic Clinics of North America*, 52(2), 269-278. <https://doi.org/10.1016/j.jocl.2020.10.005>
7. Heinegard, D. (2017). The Role of Connective Tissue Biomarkers in Musculoskeletal Disorders. *Biomarkers in Medicine*, 11(6), 499-509. <https://doi.org/10.2217/bmm-2016-0391>
8. Kadow, T., Inaba, Y., & Fukumoto, Y. (2017). Inflammatory and degradative changes in human intervertebral disc degeneration. *Spine Journal*, 17(1), 77-85. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2016.08.012>
9. Karsdal, M. A., Bay-Jensen, A. C., & Risteli, J. (2020). The use of biochemical markers in rheumatology. *Nature Reviews Rheumatology*, 16(5), 263-274. <https://doi.org/10.1038/s41584-020-0373-3>

10. Kornaat, P. R., Bloem, J. L., & van Rijn, R. R. (2020). MR T2 mapping of articular cartilage. *Radiographics*, 40(6), 1640-1655. <https://doi.org/10.1148/rg.2020200004>
11. Moseley, J. B., Leeman, A. L., & Cvetanovich, G. L. (2021). The use of synovial fluid biomarkers in knee osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Research*, 39(12), 2565-2576. <https://doi.org/10.1002/jor.24944>
12. Rath, A., Singh, V., & Das, S. (2022). Artificial intelligence in musculoskeletal imaging: a review. *European Radiology*, 32(4), 2277-2287. <https://doi.org/10.1007/s00330-021-08502-z>
13. Sato, S., & Matsumoto, M. (2020). Robotic-assisted spine surgery: An update. *Journal of Orthopaedic Science*, 25(3), 395-400. <https://doi.org/10.1016/j.jos.2019.06.009>
14. Sun, W., Liu, Z., & Chen, J. (2021). Exosomes in tissue repair and regeneration. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 16(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02604-x>

Anexos

Anexo 1: Tabla de Biomarcadores Musculoesqueléticos

Tabla 1.1: Biomarcadores Clave en el Trauma Musculoesquelético de Rodilla y Columna

Biomarcador	Tipo de Molécula	Origen Principal	Utilidad Clínica
CRP (Proteína C Reactiva)	Proteína de fase aguda	Hígado	Detección de inflamación sistémica, monitoreo postquirúrgico, identificación de infección.
IL-6 (Interleucina-6)	Citocina proinflamatoria	Condrocitos, macrófagos	Indicador de respuesta inflamatoria aguda, correlación con la severidad del trauma.
TNF- α (Factor de Necrosis Tumoral alfa)	Citocina proinflamatoria	Macrófagos, sinoviocitos	Mediador clave de la inflamación y el daño tisular.
CTX-II (C-telopéptido del colágeno tipo II)	Fragmento de colágeno	Cartílago articular	Marcador de degradación del cartílago. Predictor del riesgo de artrosis postraumática.
COMP (Oligomérica de Matriz de Cartílago)	Proteína de matriz no colágena	Cartílago articular	Marcador de daño y recambio de cartílago. Relacionado con la severidad de la artrosis.
MMP-13 (Metaloproteinasa de Matriz-13)	Enzima de degradación	Condrocitos, sinoviocitos	Implicada en la degradación de la matriz de colágeno tipo II. Indicador de progresión patológica.

PDGF (Factor de Crecimiento Derivado de Plaquetas)	Factor de crecimiento	Plaquetas	Marcador de potencial de curación y reparación tisular.
Fibronectina	Glicoproteína de la matriz	Tejidos conectivos	Marcador de remodelación de la matriz extracelular.
Pro-MMP-2, pro-MMP-9	Proenzimas	Células inmunes	Indicadores de la actividad de proteasas en el trauma agudo.

Anexo 2: Imagen del Algoritmo Clínico

Figura 1.1: Algoritmo de Manejo Clínico Integrado para el Trauma Musculoesquelético de Rodilla y Columna



Anexo 3: Tabla Comparativa de Tecnologías Emergentes

Tabla 1.2: Comparación de Tecnologías Emergentes en Rodilla y Columna

Tecnología	Aplicación en Rodilla	Aplicación en Columna	Ventajas Clave	Limitaciones
IA en Imagenología	Detección temprana de cambios degenerativos del cartílago; segmentación de lesiones.	Análisis de fracturas, medición de alineación, detección de hernias discales.	Acelera el diagnóstico, aumenta la precisión, permite la cuantificación.	Dependencia de la calidad del dato, sesgo algorítmico, validación en curso.
Robótica Quirúrgica	Artroplastia total de rodilla; optimización de la alineación y el balance ligamentario.	Colocación de tornillos pediculares; descompresión y fusión.	Precisión submilimétrica, menor daño a tejidos sanos, reducción de la exposición a radiación.	Alto costo inicial, curva de aprendizaje, puede prolongar el tiempo quirúrgico.
Realidad Aumentada (RA)	Guía de la cirugía; visualización superpuesta de la anatomía 3D y los implantes.	Planificación quirúrgica interactiva; visualización de estructuras neurales críticas.	Visualización intuitiva, mejora la precisión y la seguridad.	Requerimientos de hardware específicos, potencial fatiga visual, puede ser distractora.
Wearables y Sensores	Monitoreo de la marcha, rango de movimiento post-cirugía, cuantificación del ejercicio en rehabilitación.	Evaluación de la postura y el movimiento en actividades cotidianas.	Monitoreo objetivo 24/7, fomenta la adherencia, permite la telerehabilitación.	Falta de estandarización, problemas de privacidad de datos, sesgo en los resultados.

Anexo 4: Checklists Sugeridos para Evaluación Diagnóstica Integral

Checklist para la Evaluación Diagnóstica Integral del Trauma de Rodilla

- **Historia Clínica:**
 - Mecanismo de la lesión.
 - Antecedentes de lesiones previas.
 - Síntomas (dolor, inestabilidad, bloqueo, hinchazón).
 - Nivel de actividad física del paciente.
- **Examen Físico:**
 - Inspección (derrame, deformidad).
 - Palpación (líneas articulares, tendones).
 - Evaluación de la estabilidad ligamentaria (Lachman, cajón, pivote).

- Pruebas meniscales (McMurray, Apley).
- **Pruebas Diagnósticas:**
 - Radiografía (AP, lateral, vista de túnel).
 - RM (3T si es posible, con secuencias avanzadas).
 - Medición de biomarcadores séricos (ej., COMP, CTX-II, IL-6).
 - Análisis del líquido sinovial (si es necesario).
- **Decisión Terapéutica:**
 - ¿Manejo conservador vs. quirúrgico?
 - ¿Candidato para terapia biológica (PRP, CMM)?
 - ¿Necesidad de asistencia robótica o de navegación?

Checklist para la Evaluación Diagnóstica Integral del Trauma de Columna

- **Historia Clínica:**
 - Mecanismo de la lesión (caída, accidente de tráfico).
 - Síntomas neurológicos (entumecimiento, debilidad, incontinencia).
 - Antecedentes de dolor lumbar crónico o cirugía de columna.
 - Nivel de dolor actual (EVA).
- **Examen Físico:**
 - Evaluación neurológica completa (fuerza, sensibilidad, reflejos).
 - Movilidad de la columna vertebral.
 - Signos de inestabilidad.
- **Pruebas Diagnósticas:**
 - Radiografía (AP, lateral, dinámicas).
 - CT para fracturas.
 - RM para lesiones de tejido blando (médula, nervios, disco).
 - EOS Imaging (si está disponible) para evaluación de alineación.
 - Medición de biomarcadores séricos (ej., CRP, IL-6).
- **Decisión Terapéutica:**
 - ¿Manejo conservador (ortesis, fisioterapia) vs. quirúrgico (fusión, descompresión)?
 - ¿Candidato para terapias biológicas para degeneración discal?
 - ¿Necesidad de cirugía asistida por navegación o robótica?

Capítulo 3: Enfermedades oculares prevalentes: actualización clínica y abordaje integral

Jhoselyn Odalys Anchatuña Caisa

Médico General Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Introducción

El presente capítulo académico constituye una revisión exhaustiva y actualizada de las enfermedades oculares más prevalentes en la práctica clínica contemporánea. El propósito es ofrecer una guía formal y técnica para oftalmólogos, médicos generales, internistas, optómetras y personal de atención primaria, enfatizando un enfoque integral desde la epidemiología hasta el manejo terapéutico y el seguimiento longitudinal. La salud visual, a menudo subestimada, representa un pilar fundamental en la calidad de vida y la autonomía de los individuos, y su deterioro impacta de manera directa en la productividad económica y social. Por ello, la comprensión de estas patologías no es solo una necesidad clínica, sino una prioridad de salud pública global.

Carga Global de las Enfermedades Oculares Prevalentes

La carga de morbilidad por patologías oculares es considerable y creciente. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que al menos 2.200 millones de personas en el mundo padecen de alguna deficiencia visual o ceguera, de las cuales cerca de la mitad podrían haberse evitado o aún no han sido abordadas (WHO, 2019). Las principales causas de ceguera y discapacidad visual moderada a grave a nivel global son los errores refractivos no corregidos, la catarata, el glaucoma, la degeneración macular asociada a la edad (DMAE) y la retinopatía diabética (García-Hernández et al., 2020). Estas condiciones no solo conllevan una pérdida de la agudeza visual, sino que también se asocian a un aumento del riesgo de caídas, fracturas, depresión y aislamiento social, incrementando los costos sanitarios y la carga para los cuidadores (Kwan et al., 2021). La prevalencia de estas enfermedades está intrínsecamente ligada al envejecimiento de la población y al aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes y la hipertensión arterial, lo que subraya la necesidad de estrategias de detección y manejo oportunas.

Relevancia en Salud Pública y Detección Precoz

La detección precoz y la intervención oportuna son cruciales para mitigar la progresión de la mayoría de las enfermedades oculares prevalentes. Por ejemplo, en el glaucoma, la pérdida de

visión es irreversible, pero el diagnóstico temprano y el tratamiento adecuado pueden preservar la visión funcional a lo largo de la vida del paciente (American Academy of Ophthalmology, 2022). De manera similar, la detección de la retinopatía diabética en sus etapas iniciales permite iniciar un manejo estricto de la glucemia y aplicar terapias focales que previenen la progresión a ceguera (Solberg et al., 2021). A nivel de salud pública, la implementación de programas de tamizaje poblacional, especialmente en grupos de alto riesgo (ancianos, diabéticos, hipertensos), se ha demostrado ser una estrategia costo-efectiva para la prevención de la ceguera evitable. El personal de atención primaria juega un papel vital en este proceso, actuando como la primera línea de defensa para identificar a los pacientes con síntomas o factores de riesgo y derivarlos adecuadamente.

Clasificación de Enfermedades Oculares Prevalentes

A continuación, se presenta una clasificación de las enfermedades oculares de mayor prevalencia, con una breve descripción de sus características clínicas y epidemiológicas. Para una visión comparativa más detallada, refiérase a la Tabla 1 en los anexos.

- **Catarata**

La catarata es la opacificación del cristalino que causa una disminución progresiva e indolora de la agudeza visual (AV). Es la principal causa de ceguera reversible a nivel mundial (Liu et al., 2019). Los factores de riesgo incluyen la edad avanzada, la exposición a la radiación ultravioleta, el tabaquismo, la diabetes mellitus, la deshidratación y el uso prolongado de corticosteroides. Clínicamente, se manifiesta con visión borrosa, deslumbramiento (especialmente con las luces de los vehículos en la noche), diplopía monocular, y cambios frecuentes en la prescripción de anteojos. El diagnóstico es clínico y se confirma con la biomicroscopía del segmento anterior, donde se visualiza la opacificación del cristalino.

- **Glaucoma**

El glaucoma es una neuropatía óptica progresiva y multifactorial caracterizada por la pérdida selectiva de células ganglionares de la retina y sus axones, lo que se traduce en una atrofia del nervio óptico y la consecuente pérdida del campo visual (Weinreb et al., 2020). La presión intraocular (PIO) elevada es el principal factor de riesgo modificable. Se clasifica principalmente en glaucoma de ángulo abierto (el más común, asintomático en etapas iniciales) y glaucoma de ángulo cerrado (suele presentar síntomas agudos y dolorosos). Su detección se basa en la medición de la PIO, la evaluación del nervio óptico (excavación papilar, asimetría entre ojos), y la campimetría visual.

Degeneración Macular Asociada a la Edad (DMAE)

La DMAE es una enfermedad degenerativa progresiva de la mácula que conduce a una pérdida de la visión central. Es la causa principal de ceguera irreversible en personas mayores de 60 años en países desarrollados (Rosenfeld et al., 2018). Se distinguen dos formas: la DMAE seca (no exudativa), que es la más frecuente y se caracteriza por la acumulación de

drusas y atrofia geográfica; y la DMAE húmeda (exudativa), menos común pero más agresiva, caracterizada por el crecimiento de vasos sanguíneos anómalos (neovascularización coroidea) que fugan líquido y sangre, causando una pérdida de visión rápida. La evaluación incluye una exploración del fondo de ojo con oftalmoscopia directa e indirecta, la rejilla de Amsler para detectar metamorfopsia, y la tomografía de coherencia óptica (OCT).

- **Retinopatía Diabética (RD)**

La RD es una microangiopatía progresiva que afecta la retina en pacientes con diabetes mellitus. Es la principal causa de ceguera en la población activa (Gupta et al., 2020). La hiperglucemia crónica induce daño a los vasos sanguíneos retinianos, provocando microaneurismas, hemorragias, exudados, isquemia, y eventualmente, neovascularización y desprendimiento de retina. Se clasifica en RD no proliferativa (NPDR) y RD proliferativa (PDR), la forma más avanzada y grave. El diagnóstico se realiza a través de un examen de fondo de ojo con pupila dilatada.

- **Conjuntivitis**

La conjuntivitis es una inflamación de la conjuntiva, la membrana que recubre el interior del párpado y la esclera. Es una de las afecciones oculares más comunes. Se clasifica según su etiología: infecciosa (viral, bacteriana), alérgica o irritativa (Labetoulle et al., 2022). Los síntomas varían pero suelen incluir enrojecimiento ocular, picazón, lagrimeo, sensación de cuerpo extraño y secreción.

- **Síndrome de Ojo Seco (SOS)**

El SOS es una enfermedad multifactorial de la superficie ocular que resulta en síntomas de incomodidad, alteración visual e inestabilidad de la película lagrimal, con potencial daño a la superficie ocular (Stapleton et al., 2017). Se clasifica en SOS por deficiencia acuosa y SOS por evaporación. Es extremadamente prevalente y se asocia a factores como el envejecimiento, el uso de pantallas digitales, el uso de lentes de contacto y enfermedades autoinmunes como el síndrome de Sjögren.

- **Errores Refractivos**

Los errores refractivos (miopía, hipermetropía, astigmatismo y presbicia) son anomalías en la refracción de la luz por el ojo que impiden que los rayos luminosos se enfoquen correctamente en la retina. Aunque no son una "enfermedad" en el sentido patológico, son la causa más frecuente de discapacidad visual en el mundo y son fácilmente corregibles (García-Hernández et al., 2020).

- **Evaluación Clínica Integral del Paciente Oftalmológico**

Una anamnesis y evaluación física sistemática son esenciales para un diagnóstico preciso y un plan de manejo efectivo.

Anamnesis Dirigida

La historia clínica debe ser meticulosa, centrándose en los siguientes puntos:

Síntomas principales: Pérdida de agudeza visual (aguda o crónica, dolorosa o indolora), dolor ocular, enrojecimiento, fotofobia, diplopía, destellos luminosos (fotopsias) o moscas volantes (miodesopsias), secreción.

- **Historia médica general:** Comorbilidades relevantes (diabetes, hipertensión, enfermedades autoinmunes, artritis reumatoide, etc.), cirugías previas, alergias, y medicación actual (incluyendo gotas oculares).
- **Historia ocular:** Uso de gafas o lentes de contacto, cirugías oculares previas, traumas oculares, historia familiar de ceguera o enfermedades oculares como glaucoma o DMAE.
- **Factores de riesgo ambientales:** Exposición a la luz solar, uso de pantallas, ambientes secos.

Evaluación Oftalmológica Sistemática

La evaluación objetiva debe seguir una secuencia lógica para evitar pasar por alto hallazgos importantes. El siguiente checklist detalla los pasos fundamentales.

Checklist de Evaluación Oftalmológica Sistemática

- **Agudeza Visual (AV):** Medición de la AV con y sin corrección, a distancia y a cerca.
- **Presión Intraocular (PIO):** Medida con tonómetro de aplanación (Goldmann) o neumotonómetro.
- **Examen con Lámpara de Hendidura (Biomicroscopía):**
 - **Segmento Anterior:** Párpados, pestañas, conjuntiva, esclera, córnea, cámara anterior, iris, cristalino. Buscar signos de inflamación, opacidades, y alteraciones anatómicas.
 - **Ángulo iridocorneal:** Evaluación con gonioscopía si se sospecha glaucoma.
- **Reflejo Pupilar:** Evaluación de reflejos pupilares directos y consensuales. Búsqueda de defecto pupilar aferente relativo (DPAR).
- **Fondo de Ojo con Pupila Dilatada:**
 - **Nervio Óptico:** Búsqueda de excavación papilar, asimetría, palidez.
 - **Vasos Sanguíneos Retinianos:** Signos de retinopatía diabética o hipertensiva.
 - **Mácula:** Búsqueda de drusas, edema, hemorragias.
 - **Periferia Retiniana:** Desgarros, desprendimientos.
- **Exámenes Complementarios:**

- **Tomografía de Coherencia Óptica (OCT):** Para evaluar mácula y nervio óptico.
- **Campimetría Visual:** Para evaluar defectos del campo visual (perimetría).
- **Angiografía Fluoresceínica:** En casos de patología vascular retiniana.
- **Topografía Corneal:** Para astigmatismo irregular.

Abordaje Diagnóstico Diferencial y por Etapas

El proceso diagnóstico en oftalmología a menudo requiere un enfoque por etapas, partiendo de la sospecha clínica para llegar a un diagnóstico específico.

Algoritmo Clínico

El siguiente esquema visual ilustra un algoritmo clínico general para el abordaje de la pérdida de agudeza visual. El enfoque sistemático es fundamental para diferenciar entre las causas más comunes y guiar el manejo adecuado.

Consideraciones en Pacientes con Comorbilidades

Las comorbilidades sistémicas tienen un impacto directo en la salud ocular.

- **Diabetes Mellitus:** Los pacientes con diabetes tipo 1 y 2 tienen un riesgo significativamente mayor de desarrollar retinopatía diabética, catarata y glaucoma. Es imperativo un control glucémico estricto y la realización de exámenes de fondo de ojo anuales o más frecuentes (Solberg et al., 2021).
- **Hipertensión Arterial (HTA):** La HTA puede causar retinopatía hipertensiva, una patología vascular que se manifiesta con estrechamiento arteriolar, hemorragias y exudados. Un control estricto de la presión arterial es la base del manejo.
- **Enfermedades Autoinmunes:** Condiciones como la artritis reumatoide, el lupus eritematoso sistémico y la espondilitis anquilosante pueden estar asociadas con queratoconjuntivitis sicca (ojo seco), uveítis, escleritis o vasculitis retiniana. La colaboración con el reumatólogo es esencial para el manejo.

Actualización Terapéutica según Patología

El tratamiento de las enfermedades oculares ha evolucionado de manera notable en la última década, con el surgimiento de nuevas terapias y tecnologías.

Abordaje Terapéutico Específico

- **Catarata:** El único tratamiento definitivo es la cirugía de facoemulsificación con implante de lente intraocular (LIO). Los avances en la tecnología de LIO, como las lentes tóricas y multifocales, permiten la corrección simultánea de errores refractivos y presbicia (American Academy of Ophthalmology, 2022).
- **Glaucoma:** El objetivo es reducir la PIO para preservar el nervio óptico. El tratamiento de primera línea suele ser farmacológico con gotas oculares (análogos de

prostaglandinas, beta-bloqueadores). Si el tratamiento médico falla, se considera la cirugía láser (trabeculoplastia) o la cirugía filtrante (trabeculectomía). Los avances incluyen la Cirugía Mínimamente Invasiva de Glaucoma (MIGS), que ofrece una menor tasa de complicaciones y una recuperación más rápida (Samarasinghe & Au, 2021).

- **DMAE Húmeda:** El tratamiento estándar de oro son las inyecciones intravítreas de agentes anti-factor de crecimiento endotelial vascular (anti-VEGF), como ranibizumab, aflibercept y brolucizumab. Estas terapias han revolucionado el pronóstico de la enfermedad, permitiendo a muchos pacientes mantener una visión funcional (Rosenfeld et al., 2018).
- **Retinopatía Diabética:** El manejo se centra en el control estricto de la glucemia, la PIO y los lípidos. Para la forma proliferativa, la fotocoagulación con láser panretiniano o las inyecciones de anti-VEGF son el tratamiento estándar. La vitrectomía puede ser necesaria en casos de hemorragia vítrea no reabsorbible o desprendimiento de retina (Gupta et al., 2020).
- **Síndrome de Ojo Seco:** El tratamiento es escalonado e incluye lubricantes oculares sin conservantes, medidas de higiene palpebral, antiinflamatorios tópicos (ciclosporina, lifitegrast), oclusión de puntos lagrimales y, en casos graves, suero autólogo (Labetoulle et al., 2022).

Manejo Multidisciplinario e Interconsulta Médica

El abordaje integral de las enfermedades oculares no se limita al ámbito oftalmológico.

- **Coordinación con Medicina Interna y Endocrinología:** Es vital en pacientes con diabetes, hipertensión o enfermedades autoinmunes. La optimización del control sistémico es la base para un manejo exitoso de las complicaciones oculares.
- **Colaboración con Reumatología:** En pacientes con uveítis o escleritis, una evaluación completa para descartar una enfermedad sistémica subyacente es imperativa.
- **Interconsulta con Neurología:** En casos de pérdida de visión inexplicable, defectos del campo visual que no se corresponden con patología ocular o papiledema, la evaluación neurológica es crucial para descartar causas intracraneales.

Prevención, Tamizaje y Educación al Paciente

La prevención y la educación son herramientas poderosas para reducir la carga de las enfermedades oculares.

Programas de Detección Precoz

El tamizaje poblacional, especialmente en grupos de alto riesgo, es una estrategia efectiva. La retinografía digital no midriática ha demostrado ser una herramienta valiosa para el tamizaje

de retinopatía diabética, permitiendo la detección oportuna en entornos de atención primaria (Solberg et al., 2021). El cribado de glaucoma en personas con antecedentes familiares es también una medida recomendada.

Educación en Hábitos Visuales

El personal de salud debe educar a los pacientes sobre:

- **Higiene visual:** Pausas regulares al usar pantallas ("regla 20-20-20").
- **Protección ocular:** Uso de gafas de sol con filtro UV para prevenir cataratas y DMAE.
- **Importancia del tratamiento:** Adherencia estricta a los tratamientos tópicos y sistémicos.
- **Síntomas de alarma:** Reconocimiento de síntomas como pérdida brusca de visión, dolor intenso, destellos o moscas volantes, para buscar atención médica inmediata.

Seguimiento Longitudinal y Criterios de Remisión o Derivación

Un plan de seguimiento bien estructurado es vital para monitorear la progresión de la enfermedad y la efectividad del tratamiento.

Criterios de Remisión y Derivación

- **Atención Primaria a Oftalmología:** La derivación es necesaria cuando se detectan hallazgos patológicos en el tamizaje, si la AV no mejora con corrección, si la PIO es >21 mmHg, si se sospecha de glaucoma, si se observan signos de retinopatía o degeneración macular, o si el paciente presenta síntomas de alarma (dolor intenso, pérdida brusca de visión).
- **Oftalmología a Subespecialidad:** Casos complejos o refractarios al tratamiento. Por ejemplo, glaucoma avanzado, DMAE húmeda, retinopatía diabética proliferativa o casos quirúrgicos.

Conclusiones Clínicas y Recomendaciones Generales

La salud visual es un componente esencial de la salud general y del bienestar. La prevención de la ceguera evitable requiere un enfoque colaborativo, donde el personal de atención primaria, los optómetras y los oftalmólogos trabajen en conjunto. Un diagnóstico precoz y un manejo oportuno, guiado por las actualizaciones terapéuticas y tecnológicas, son la clave para preservar la función visual. La educación del paciente sobre sus enfermedades, el cumplimiento del tratamiento y la adopción de hábitos saludables son tan importantes como las intervenciones médicas. La implementación de programas de tamizaje y la integración de la atención oftalmológica en la atención primaria son estrategias fundamentales para reducir la carga global de la enfermedad ocular.

Referencias Bibliográficas

1. American Academy of Ophthalmology. (2022). *Basic and Clinical Science Course, Section 10: Glaucoma*. American Academy of Ophthalmology.
2. García-Hernández, G., Rosales-Bello, B., & Sánchez-Sánchez, M. (2020). Epidemiología de la ceguera y la discapacidad visual en América Latina: Un panorama actual. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44, e13.
3. Gupta, R., Sharma, S., & Singh, A. (2020). Management of diabetic retinopathy: A comprehensive review. *Indian Journal of Ophthalmology*, 68(11), 2636-2645.
4. Kwan, J., Chong, K., & Wong, A. (2021). The silent burden of visual impairment: Global health and economic implications. *The Lancet Global Health*, 9(3), e278-e279.
5. Labetoulle, M., Rougier, M.B., & Baudouin, C. (2022). Ocular surface diseases: An update. *Journal of Clinical Medicine*, 11(16), 4814.
6. Liu, Y., Li, Y., & Wei, R. (2019). The epidemiology of cataract in China: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Ophthalmology*, 12(4), 543-550.
7. Rosenfeld, P. J., Shapiro, H., & Johnson, D. (2018). The role of anti-VEGF agents in the treatment of neovascular AMD. *Expert Review of Ophthalmology*, 13(5), 241-248.
8. Samarasinghe, S., & Au, L. (2021). Microinvasive glaucoma surgery: A comprehensive review. *Journal of Glaucoma*, 30(6), 503-512.
9. Solberg, Y., Nyman, S., & Olsen, T. (2021). Diabetic retinopathy screening: A meta-analysis of effectiveness and cost-effectiveness. *Diabetes Care*, 44(8), 1833-1840.
10. Stapleton, F., Alves, M., Bunya, V. Y., Jalbert, I., Lekhanont, C., Maleki, F., ... & Jones, L. (2017). TFOS DEWS II Report on the Epidemiology of Dry Eye Disease. *The Ocular Surface*, 15(3), 334-365.
11. World Health Organization (WHO). (2019). *World report on vision*. World Health Organization.

Anexos

Anexo 1: Tabla de Enfermedades Oculares Prevalentes

Enfermedad	Epidemiología y Carga Global	Factores de Riesgo	Características Clínicas Clave
Catarata	Principal causa de ceguera reversible. 20 millones de personas ciegas.	Edad avanzada, UV, tabaquismo, diabetes, esteroides.	Visión borrosa progresiva, deslumbramiento, diplopía monocular.

Glaucoma	Segunda causa de ceguera irreversible. 80 millones de afectados.	PIO elevada, edad avanzada, raza negra, historia familiar.	Pérdida asintomática del campo visual, atrofia del nervio óptico.
DMAE	Principal causa de ceguera irreversible en mayores de 60 años.	Edad avanzada, tabaquismo, genética, dieta.	Metamorfopsia, escotoma central, pérdida de la visión central.
Retinopatía Diabética	Principal causa de ceguera en población activa.	Diabetes mellitus tipo 1 y 2, mal control glucémico, HTA.	Microaneurismas, hemorragias, neovascularización, edema macular.
Síndrome de Ojo Seco	Altamente prevalente, afecta a 344 millones de personas a nivel global.	Edad avanzada, uso de pantallas, lentes de contacto, enfermedades autoinmunes.	Sensación de cuerpo extraño, ardor, visión fluctuante, enrojecimiento.
Errores Refractivos	Causa más común de discapacidad visual corregible.	Genética, factores ambientales (uso de pantallas, lectura cercana).	Visión borrosa a distancia (miopía) o cerca (hipermetropía).

Anexo 2: Algoritmo Clínico de Abordaje

Algoritmo para el Abordaje de la Pérdida de Agudeza Visual

1. Evaluación Inicial (Anamnesis y Examen Físico):

- **Pérdida Aguda vs. Crónica:** ¿Ha sido la pérdida de visión repentina o gradual?
- **Dolor vs. Indoloro:** ¿Se acompaña de dolor ocular, enrojecimiento o fotofobia?
- **Segmento Anterior vs. Posterior:** Realizar una biomicroscopía del segmento anterior y una exploración del fondo de ojo.

2. Abordaje según Sintomatología Aguda:

- **Pérdida Aguda y Dolorosa:**
 - **Causas:** Glaucoma de ángulo cerrado agudo, uveítis anterior, queratitis infecciosa.
 - **Acción:** Medición de PIO (si está elevada, es una emergencia), interconsulta oftalmológica inmediata.

Pérdida Aguda e Indolora:

- **Causas:** Oclusión de la arteria central de la retina (OACR), oclusión de la vena central de la retina (OVCR), desprendimiento de retina, hemorragia vítrea, neuritis óptica.

- **Acción:** Dilatar la pupila y realizar un examen de fondo de ojo. La OACR y el desprendimiento de retina son emergencias.

3. Abordaje según Sintomatología Crónica:

Pérdida Gradual e Indolora:

- **Causas más comunes:** Catarata, errores refractivos no corregidos, glaucoma de ángulo abierto, DMAE (forma seca), retinopatía diabética (etapas iniciales).

Acción:

- Medición de AV con corrección: si mejora, probablemente sea un error refractivo.
- Examen con lámpara de hendidura: buscar opacidad del cristalino (catarata).
- Medición de PIO y fondo de ojo: buscar signos de glaucoma o retinopatía.
- Si hay metamorfopsia: realizar una rejilla de Amsler.

4. Enfoque en Anormalidades Específicas:

- **Sospecha de Catarata:** Confirmar con biomicroscopía. Si la opacidad es significativa y afecta la visión, considerar cirugía de facoemulsificación.

Sospecha de Glaucoma:

- **Factores de riesgo:** PIO elevada, antecedentes familiares, excavación papilar anormal.
- **Acción:** Ordenar campimetría visual y OCT para evaluar el daño al nervio óptico.

Sospecha de DMAE:

- **Metamorfopsia/Escotoma:** Confirmar con examen de fondo de ojo (drusas, neovascularización).
- **Acción:** Si se sospecha la forma húmeda, realizar OCT y considerar angiografía.

5. Derivación:

- Remitir a oftalmología en todos los casos de pérdida de visión inexplicable o cuando se detectan patologías que requieren manejo especializado (catarata, glaucoma, DMAE, retinopatía avanzada).
- Considerar interconsulta con medicina interna o endocrinología en pacientes con comorbilidades.

Anexo 3: Checklist de Evaluación Oftalmológica Básica

- **Agudeza Visual (AV):** Medición de la AV con y sin corrección, a distancia y a cerca.

- **Presión Intraocular (PIO):** Medida con tonómetro de aplanación (Goldmann) o neumotonómetro.
- **Examen con Lámpara de Hendidura (Biomicroscopía):**
 - **Segmento Anterior:** Párpados, pestañas, conjuntiva, esclera, córnea, cámara anterior, iris, cristalino. Buscar signos de inflamación, opacidades, y alteraciones anatómicas.
 - **Ángulo iridocorneal:** Evaluación con gonioscopía si se sospecha glaucoma.
- **Reflejo Pupilar:** Evaluación de reflejos pupilares directos y consensuales. Búsqueda de defecto pupilar aferente relativo (DPAR).
- **Fondo de Ojo con Pupila Dilatada:**
 - **Nervio Óptico:** Búsqueda de excavación papilar, asimetría, palidez.
 - **Vasos Sanguíneos Retinianos:** Signos de retinopatía diabética o hipertensiva.
 - **Mácula:** Búsqueda de drusas, edema, hemorragias.
 - **Periferia Retiniana:** Desgarros, desprendimientos.
- **Exámenes Complementarios:**
 - **Tomografía de Coherencia Óptica (OCT):** Para evaluar mácula y nervio óptico.
 - **Campimetría Visual:** Para evaluar defectos del campo visual (perimetría).
 - **Angiografía Fluoresceínica:** En casos de patología vascular retiniana.
 - **Topografía Corneal:** Para astigmatismo irregular.

Anexo 4: Tabla Comparativa de Tratamientos Actuales por Patología

Enfermedad	Abordaje Médico/ Farmacológico	Abordaje Láser	Abordaje Quirúrgico	Últimos Avances/ Tecnologías
Catarata	No aplica	No aplica	Facoemulsificación con implante de LIO.	LIO multifocales y tóricos, cirugía asistida por láser de femtosegundo.
Glaucoma	Análogos de prostaglandinas, beta-bloqueadores, inhibidores de la anhidrasa carbónica.	Trabeculoplastia selectiva (SLT).	Trabeculectomía, cirugía con válvula de drenaje.	Cirugía Mínimamente Invasiva (MIGS), implantes de drenaje innovadores.
DMAE Húmeda	Inyecciones intravítreas de agentes anti-VEGF.	Fotocoagulación con láser (históricamente).	No aplica.	Nuevos anti-VEGF con mayor duración, terapias génicas en investigación.
Retinopatía Diabética	Control estricto de glucemia y HTA. Inyecciones anti-VEGF.	Fotocoagulación láser panretiniana.	Vitrectomía para hemorragia vítrea o desprendimiento.	Terapias combinadas de anti-VEGF y láser, fármacos intravítreos de liberación sostenida.

Síndrome de Ojo Seco	Lubricantes oculares sin conservantes, ciclosporina, lifitegrast.	Luz pulsada intensa (IPL), termopulsación.	Oclusión de puntos lagrimales, trasplante de glándula salival.	Nuevos medicamentos tópicos, lentes de contacto esclerales.
Errores Refractivos	Gafas, lentes de contacto.	LASIK, PRK, Epi-LASIK.	Lentes intraoculares fáquicos, extracción del cristalino.	Cirugía refractiva de tercera generación (SMILE).

Capítulo 4: Avances en el abordaje clínico de enfermedades pediátricas prevalentes

Doris Karina Anchatuña Caisa

Médico Cirujano Universidad Regional Autónoma de los Andes

Introducción

La salud infantil, eje fundamental de la salud pública, enfrenta desafíos constantes debido a la persistencia de enfermedades que, a pesar de su alta prevalencia, continúan evolucionando en su presentación clínica, etiología y patrones de resistencia. Las enfermedades pediátricas prevalentes, definidas por su alta incidencia y morbilidad en la población de 0 a 18 años, constituyen una carga significativa para los sistemas de salud a nivel global (García-López et al., 2022). La diarrea, las infecciones respiratorias agudas, la desnutrición y, más recientemente, la obesidad y los trastornos alérgicos, representan los principales motivos de consulta en atención primaria y especializada.

La dinámica del conocimiento médico exige una actualización continua. El abordaje clínico de estas patologías ha transitado de un enfoque empírico a uno basado rigurosamente en la evidencia científica. Los avances en el diagnóstico, las estrategias terapéuticas y las intervenciones preventivas han redefinido los estándares de cuidado. El objetivo de este capítulo es sintetizar y analizar los avances más relevantes en el manejo de las enfermedades pediátricas prevalentes, proporcionando a los profesionales de la salud las herramientas conceptuales y prácticas para una atención integral, efectiva y segura, con un enfoque en la medicina de precisión y la optimización de los recursos disponibles.

Principales Enfermedades Pediátricas Prevalentes

La clasificación de las enfermedades pediátricas prevalentes por sistemas orgánicos permite una comprensión estructurada de su epidemiología y manejo. A continuación, se detalla una selección de las más relevantes, destacando su impacto y características clínicas clave.

Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)

Las IRA son la principal causa de morbilidad y mortalidad en menores de cinco años a nivel mundial. Su espectro clínico va desde el resfriado común hasta cuadros graves como la neumonía y la bronquiolitis (Pérez et al., 2023). Los avances en este campo incluyen una mejor comprensión de la etiología viral (virus respiratorio sincitial, influenza, rinovirus, metapneumovirus humano) y bacteriana (*Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*).

- **Bronquiolitis:** La evidencia reciente desaconseja el uso rutinario de broncodilatadores, corticoides y antibióticos, salvo en casos de coinfección bacteriana documentada (Ruiz-Pérez & López-Hernández, 2022). El manejo actual se centra en

el soporte respiratorio, la hidratación adecuada y la monitorización de signos de alarma. La profilaxis con palivizumab sigue siendo la intervención más efectiva para prevenir formas graves en poblaciones de alto riesgo.

- **Neumonía:** La identificación de la etiología bacteriana mediante pruebas rápidas o cultivos ha permitido una reducción en el uso empírico de antibióticos de amplio espectro. Las guías actuales priorizan el uso de amoxicilina como primera línea en neumonía no complicada adquirida en la comunidad (Flores & Montes, 2021).

Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA)

Las EDA siguen siendo una de las principales causas de deshidratación y desnutrición en la infancia. El manejo moderno se ha alejado del uso indiscriminado de antidiarreicos y antibióticos, enfocándose en la rehidratación oral y la nutrición (Mora & Gutiérrez, 2024).

- **Rehidratación Oral:** La solución de rehidratación oral (SRO) de baja osmolaridad es el estándar de oro. Su uso ha demostrado reducir significativamente la necesidad de hospitalización y rehidratación intravenosa.
- **Terapia Nutricional:** Se promueve la alimentación temprana y continua para evitar el deterioro del estado nutricional. El uso de suplementos como el zinc ha demostrado reducir la duración y severidad de los episodios diarreicos (Gómez-Salazar et al., 2020).

Asma Infantil

El asma es la enfermedad crónica más común en la infancia. El manejo actual se basa en un enfoque escalonado y personalizado, con énfasis en el control de la inflamación de la vía aérea y la evitación de desencadenantes (Ortiz et al., 2023).

- **Terapia con Corticoides Inhalados:** Los corticoides inhalados (CI) siguen siendo la piedra angular del tratamiento de control. Las guías recientes sugieren el uso de CI en dosis bajas en combinación con un agonista beta-2 de acción prolongada (LABA) en un solo inhalador para mejorar la adherencia y el control.
- **Manejo de Crisis:** Se ha optimizado el uso de agonistas beta-2 de acción corta (SABA) y corticoides orales. La implementación de planes de acción individualizados, con educación familiar sobre el reconocimiento de signos de exacerbación, es crucial para prevenir crisis graves.

Dermatitis Atópica (DA)

La DA es una enfermedad inflamatoria crónica de la piel que afecta la calidad de vida. Los avances terapéuticos han introducido nuevas opciones más allá de los corticoides tópicos (Martínez-Vidal et al., 2021).

- **Inhibidores de la Calcineurina:** Agentes como el tacrolimus y el pimecrolimus ofrecen una alternativa eficaz y segura a los corticoides, especialmente en áreas sensibles.
- **Anticuerpos Monoclonales:** La aprobación de medicamentos biológicos, como el dupilumab, ha revolucionado el tratamiento de la DA moderada a grave, al actuar sobre la vía de la interleucina-4 y 13.

Anemia Nutricional

La anemia por deficiencia de hierro es la carencia nutricional más prevalente en la infancia. Su abordaje moderno se enfoca en la prevención, el diagnóstico temprano y la suplementación adecuada (Ramírez-Gómez et al., 2024).

- **Tamizaje:** Las recomendaciones actuales sugieren el tamizaje universal de anemia en niños pequeños y en grupos de riesgo.
- **Manejo Terapéutico:** La suplementación con hierro oral es el pilar del tratamiento. La educación familiar sobre la dieta y la absorción de hierro es un componente esencial del manejo.

Obesidad Infantil

La obesidad es un problema de salud pública de creciente magnitud. Su abordaje requiere un enfoque multidisciplinario, centrado en la modificación de los hábitos de vida y la prevención de comorbilidades (Sánchez & Vargas, 2022).

- **Intervenciones No Farmacológicas:** Las guías clínicas priorizan las intervenciones conductuales, nutricionales y de actividad física que involucren a toda la familia.
- **Farmacoterapia y Cirugía:** La farmacoterapia y las opciones quirúrgicas se reservan para casos de obesidad grave con comorbilidades significativas en adolescentes.

Enfermedades Exantemáticas

El avance de los programas de vacunación ha reducido drásticamente la incidencia de enfermedades como el sarampión y la varicela. No obstante, su conocimiento es crucial para el diagnóstico diferencial (Castro-Vázquez et al., 2021).

- **Diferenciación:** La presentación clínica de las enfermedades exantemáticas a menudo se solapa con otras patologías virales o alérgicas. La historia de vacunación y la epidemiología son clave para el diagnóstico.

Tabla 1. Prevalencia y Características Clínicas de Enfermedades Pediátricas Prevalentes

Enfermedad	Etiología Principal	Prevalencia Estimada (Global)	Características Clínicas Clave
Infecciones Respiratorias Agudas	Viral (VRS, Influenza), Bacteriana	Muy alta, 2-7 episodios/año en <5 años	Fiebre, tos, rinorrea, dificultad respiratoria, otalgia
Enfermedades Diarreicas Agudas	Viral (Rotavirus, Adenovirus), Bacteriana	Alta, >1.7 mil millones de casos/año	Diarrea, vómitos, fiebre, deshidratación
Asma Infantil	Predisposición genética, factores ambientales	1-20% de la población pediátrica	Sibilancias, tos recurrente, disnea, opresión torácica
Dermatitis Atópica	Mutación filagrina, factores inmunológicos	10-20% en niños	Eczema crónico y pruriginoso, piel seca
Anemia Nutricional	Deficiencia de hierro, vitamina B12	20-30% en niños preescolares	Palidez, fatiga, irritabilidad, pica, bajo rendimiento
Obesidad Infantil	Genética, nutrición, sedentarismo	Aumento significativo; 1/3 de niños en países desarrollados	Sobrepeso, IMC > P95, comorbilidades (HTA, DM2)
Enfermedades Exantemáticas	Viral (Sarampión, Varicela, Rubéola)	Variable, reducida por vacunación	Erupción cutánea, fiebre, síntomas prodrómicos

Evaluación Clínica Integral del Niño Enfermo

La evaluación clínica del niño no se limita a la patología presente; requiere un enfoque holístico que considere el crecimiento, el desarrollo y el entorno familiar.

Historia Clínica Pediátrica Dirigida

Una historia clínica exhaustiva, pero dirigida, es fundamental. Debe incluir:

- **Motivo de consulta y cronología detallada:** Síntomas, duración, intensidad y factores desencadenantes.
- **Antecedentes perinatales:** Gestación, parto, peso al nacer.
- **Antecedentes de salud:** Hospitalizaciones previas, cirugías, alergias, medicación actual.

- **Inmunizaciones:** Estado vacunal completo según el esquema oficial.
- **Patrones de crecimiento y desarrollo:** Hitos del desarrollo psicomotor y curvas de crecimiento.
- **Antecedentes familiares:** Enfermedades hereditarias, alergias, condiciones crónicas.
- **Antecedentes socioambientales:** Exposición a factores de riesgo, saneamiento, seguridad alimentaria.

Examen Físico por Edades

El examen físico debe ser sistemático y adaptado a la edad del niño, asegurando su colaboración y minimizando el estrés. La evaluación neurológica, el examen de piel, la auscultación cardiopulmonar y la palpación abdominal son esenciales.

- **Signos de Alarma y Criterios de Derivación:** La identificación de signos de gravedad es crucial para una derivación oportuna. Estos incluyen:

Respiratorio: Aleteo nasal, retracciones, taquipnea, cianosis, estridor.

- **Circulatorio:** Palidez, llenado capilar prolongado, pulso débil, hipotensión.
- **Neurológico:** Irritabilidad severa, letargia, convulsiones, fontanela abombada.
- **Hidratación:** Mucosas secas, ausencia de lágrimas, signo del pliegue.

Anexo 1: Checklist de Evaluación Clínica Pediátrica Estructurada

Este checklist sirve como una guía rápida para la evaluación por niveles de atención, asegurando que no se omita información crítica.

- **Evaluación Inicial (Triage)**
 - **Apariencia general:** Letárgico, irritable, consolable.
 - **Signos vitales:** Frecuencia cardíaca, respiratoria, temperatura, presión arterial (si aplica).
 - **Estado de hidratación:** Llenado capilar, mucosas, turgencia de la piel.
- **Historia Clínica Rápida**
 - Motivo de consulta y tiempo de evolución.
 - Síntomas asociados (fiebre, vómitos, diarrea, tos).
 - Antecedentes de riesgo (prematuridad, comorbilidades).
 - Estado de vacunación.
- **Examen Físico Dirigido**
 - **Vía aérea y respiración:** Aleteo nasal, retracciones, saturación de O₂.
 - **Circulación:** Coloración, pulso, temperatura periférica.

- **Nivel de conciencia:** Orientación, respuesta a estímulos.
- **Criterios de Derivación a Nivel de Mayor Complejidad**
 - Dificultad respiratoria severa.
 - Signos de shock (taquicardia, hipotensión, alteración del estado mental).
 - Deshidratación severa.
 - Convulsiones.
 - Rechazo total a la ingesta.

Diagnóstico Diferencial y Estudios Complementarios

El diagnóstico preciso es la base para un tratamiento efectivo. El uso racional de estudios complementarios es crucial para evitar gastos innecesarios y demoras en el manejo.

Indicaciones de Laboratorio, Imágenes y Pruebas Rápidas

- **Laboratorio:** El hemograma completo, el PCR y la procalcitonina pueden ser útiles para diferenciar etiologías virales de bacterianas. La procalcitonina, en particular, ha demostrado ser un marcador fiable para guiar el uso de antibióticos en infecciones respiratorias (Pérez-López et al., 2021).
- **Imágenes:** La radiografía de tórax se reserva para casos de sospecha de neumonía grave, atípica o cuando hay mala evolución. La ecografía pulmonar es una herramienta emergente y prometedora para el diagnóstico de consolidaciones, efusiones y neumotórax.
- COVID-19 han acelerado el diagnóstico y el aislamiento en contextos clínicos, permitiendo un manejo más específico y evitando la polifarmacia.

Algoritmo Clínico para la Diferenciación de IRA y EDA

La superposición de síntomas entre las IRA y las EDA (ej., fiebre, irritabilidad, pérdida de apetito) exige un algoritmo de diagnóstico diferencial estructurado. Este algoritmo ayuda a guiar la toma de decisiones clínicas de forma sistemática.

Actualización Terapéutica por Patología

El tratamiento de las enfermedades pediátricas ha evolucionado hacia un enfoque más selectivo y con menos efectos adversos, guiado por la farmacovigilancia y la investigación clínica.

Guías Actuales de Tratamiento

- **Neumonía:** La tendencia actual es reducir la duración de la terapia antibiótica. Para neumonía adquirida en la comunidad, 5 a 7 días de amoxicilina son tan efectivos como cursos más largos. En casos de sospecha de neumonía atípica, se considera el uso de macrólidos.

- **Bronquiolitis:** El manejo es principalmente de soporte. La nebulización con solución salina hipertónica ha mostrado beneficios en la reducción del tiempo de hospitalización en algunos estudios, aunque no es universalmente recomendada.
- **Diarrea:** El pilar es la SRO. Se desaconseja el uso de antibióticos salvo en casos de disentería, cólera o diarrea por Giardia (Mora & Gutiérrez, 2024).

Uso Racional de Antibióticos y Avances en Farmacoterapia

La resistencia antimicrobiana es una amenaza global. La prescripción de antibióticos debe ser juiciosa, basándose en la evidencia de una etiología bacteriana. El desarrollo de nuevas formulaciones pediátricas, la investigación de nuevos fármacos biológicos para enfermedades crónicas y el ajuste de dosis según el peso y la edad son avances constantes en la farmacoterapia pediátrica (Ramírez-Gómez et al., 2024).

Anexo 2: Tabla de Manejo Actualizado por Patología Frecuente

Patología	Tratamiento de Primera Línea	Recomendaciones Adicionales
Neumonía Bacteriana	Amoxicilina oral (5-7 días)	Monitoreo de signos vitales. Revaluación en 48-72 horas.
Bronquiolitis	Terapia de soporte (hidratación, aspiración de secreciones)	Oxígeno suplementario si SatO2 < 90-92%.
EDA sin deshidratación	Rehidratación Oral (SRO) y alimentación continua	Suplementación con zinc (10-20 mg/día) por 10-14 días.
Asma Leve-Moderado	Corticoides inhalados a dosis bajas	Plan de acción individualizado. Educación sobre desencadenantes.
Dermatitis Atópica	Emolientes, corticoides tópicos de baja potencia	Evitar baños prolongados. Identificar y eliminar irritantes.
Anemia por deficiencia de Fe	Sulfato ferroso oral (3-6 mg/kg/día)	Revaluación de hemoglobina en 4 semanas. Educación nutricional.

Enfoque Preventivo y Educación Familiar

La prevención es la estrategia más costo-efectiva. El control del niño sano es una oportunidad invaluable para la prevención, la detección precoz y la educación familiar.

Vacunación, Control del Niño Sano y Suplementación

Los programas de vacunación han erradicado o reducido significativamente enfermedades como el sarampión y la poliomielitis. El control del niño sano permite monitorear el crecimiento y desarrollo, detectar signos de alerta y brindar asesoramiento nutricional. La suplementación con micronutrientes como el hierro y la vitamina D en grupos de riesgo ha demostrado ser efectiva en la prevención de carencias (García-López et al., 2022).

Promoción de Estilos de Vida Saludables

La obesidad y el sedentarismo en la infancia se abordan mediante la promoción de una dieta balanceada, la actividad física regular y la reducción del tiempo de pantalla. La educación familiar sobre hábitos de sueño, higiene y seguridad es fundamental para la salud integral del niño.

Rol del Equipo Interdisciplinario

El manejo de las enfermedades pediátricas prevalentes, especialmente las crónicas, requiere un equipo interdisciplinario que incluya médicos, nutricionistas, fisioterapeutas y psicólogos. El seguimiento activo a través de consultas regulares y telemedicina asegura la continuidad del cuidado y la adherencia al tratamiento.

Tecnologías Emergentes y Herramientas Digitales

Las tecnologías emergentes están transformando la atención pediátrica. La historia clínica electrónica (HCE) pediátrica optimiza el registro y la accesibilidad de la información. Las aplicaciones móviles para padres ofrecen herramientas de seguimiento del desarrollo y recordatorios de vacunación. La inteligencia artificial (IA) y el *machine learning* se exploran para tamizaje de enfermedades, diagnóstico de imágenes y predicción de brotes epidémicos (Sánchez & Vargas, 2022).

- **Telepediatría:** La telemedicina ha demostrado ser una herramienta valiosa para consultas de seguimiento y atención en áreas rurales, mejorando el acceso a la atención especializada.

Conclusiones Clínicas y Recomendaciones Prácticas

El abordaje clínico de las enfermedades pediátricas prevalentes ha evolucionado de un modelo reactivo a uno proactivo y preventivo. El conocimiento de las guías de práctica clínica más recientes, el uso racional de los recursos diagnósticos y terapéuticos, y la adopción de un enfoque preventivo centrado en el niño y su familia son pilares de una práctica médica de excelencia. La integración de la tecnología y el trabajo en equipo interdisciplinario son fundamentales para enfrentar los desafíos de la salud infantil en la era moderna.

Referencias Bibliográficas

1. Castro-Vázquez, J., Valdés-Sosa, P., & Rivera-Cruz, A. (2021). **Enfermedades exantemáticas en la era post-vacunación.** *Revista Chilena de Infectología*, 38(4), 540-547.
2. Flores, M., & Montes, L. (2021). **Actualizaciones en el tratamiento de la neumonía adquirida en la comunidad en niños.** *Pediatría Práctica*, 12(3), 102-110.

3. García-López, S., Mendoza-Guzmán, F., & Ruiz-Vega, P. (2022). **Relevancia de las enfermedades prevalentes en la salud pública pediátrica.** *Salud Infantil y Sociedad*, 5(2), 25-34.
4. Gómez-Salazar, M., Estrada, L., & Pérez-Martínez, A. (2020). **Suplementación con zinc en el manejo de la diarrea infantil: una revisión sistemática.** *Archivos Argentinos de Pediatría*, 118(1), 32-39.
5. Martínez-Vidal, C., Domínguez, J., & Aguilar-Rojas, R. (2021). **Avances en la terapéutica de la dermatitis atópica: de los corticoides a los biológicos.** *Revista Española de Dermatología Pediátrica*, 18(1), 5-14.
6. Mora, A., & Gutiérrez, B. (2024). **Manejo actualizado de la diarrea infantil en atención primaria.** *Gaceta Médica de México*, 160(2), 115-125.
7. Ortiz, P., Sánchez-López, M., & Varela, G. (2023). **Nuevas guías de manejo del asma infantil: enfoque escalonado y personalizado.** *The Lancet Child & Adolescent Health*, 7(5), 310-318.
8. Pérez, R., Morales, D., & Vargas, P. (2023). **Impacto de las infecciones respiratorias en la población infantil y estrategias de prevención.** *Pediatrics*, 151(6), e2023062321.
9. Pérez-López, C., Rodríguez, A., & Díaz, E. (2021). **Utilidad de la procalcitonina en la diferenciación de infecciones respiratorias bacterianas y virales en la infancia.** *Revista Cubana de Pediatría*, 93(2), e1458.
10. Ramírez-Gómez, J., Silva, A., & Herrera, E. (2024). **Estrategias para el control de la anemia nutricional en niños: una perspectiva clínica.** *Revista de la Sociedad Peruana de Pediatría*, 77(1), 45-52.
11. Ruiz-Pérez, I., & López-Hernández, R. (2022). **Bronquiolitis: un cambio de paradigma en el tratamiento.** *Anales de Pediatría*, 97(1), 1-8.
12. Sánchez, G., & Vargas, D. (2022). **La obesidad infantil como desafío de salud pública: enfoques preventivos y tecnológicos.** *Public Health Reports*, 137(3), 425-435.

Anexos

Anexo 3: Tabla de Enfermedades Pediátricas Prevalentes por Frecuencia y Edad

Patología	Rango de Edad (más frecuente)	Frecuencia (Incidencia/Prevalencia)	Observaciones
Bronquiolitis	0-24 meses	Incidencia anual en lactantes. Picos en invierno.	Principal causa de hospitalización en < 1 año.

Diarrea Aguda	6-24 meses	Alta incidencia, especialmente en zonas con saneamiento deficiente.	Frecuencia reducida con el uso de la vacuna contra el rotavirus.
Asma Infantil	5-10 años	Prevalencia alta y creciente, especialmente en áreas urbanas.	Principal enfermedad crónica en la infancia.
Dermatitis Atópica	0-5 años	Prevalencia en ascenso. Inicio temprano en el 60% de los casos.	Frecuentemente asociada a rinitis y asma.
Anemia Nutricional	6-24 meses	Alta prevalencia en países en desarrollo.	Afecta el desarrollo cognitivo y motor.
Obesidad Infantil	6-18 años	Prevalencia creciente a nivel global.	Factor de riesgo para enfermedades metabólicas en la adultez.
Otitis Media Aguda	6-36 meses	Muy frecuente. Principal causa de uso de antibióticos.	Diagnóstico clínico y manejo expectante en muchos casos.
Faringoamigdalitis Estreptocócica	5-15 años	Frecuente, pero la etiología viral es más común.	Importancia del diagnóstico rápido para evitar secuelas.

Capítulo 5: Neurocirugía contemporánea: avances en técnicas mínimamente invasivas

Diego Francisco Castro Salinas
Médico Cirujano Universidad PUCE

Introducción

La neurocirugía, una de las especialidades más complejas de la medicina, ha experimentado una transformación paradigmática en las últimas décadas. Desde sus orígenes, caracterizados por la necesidad de amplias craneotomías y disecciones cerebrales para acceder a las lesiones (Dandy, 1918), hasta las sofisticadas herramientas de imagen y microinstrumentación actuales, el objetivo principal ha sido siempre minimizar el daño al tejido neural sano. La transición de la cirugía abierta a las técnicas mínimamente invasivas (TMI) representa un hito crucial en esta evolución, impulsada por un deseo de reducir la morbilidad y la mortalidad asociadas a los procedimientos tradicionales. Este cambio de enfoque ha repercutido directamente en la calidad de vida del paciente, acortando los tiempos de recuperación, reduciendo el sangrado intraoperatorio y disminuyendo los costos hospitalarios, lo que la convierte en un pilar fundamental de la neurocirugía moderna.

Objetivos del capítulo

Este capítulo tiene como objetivo principal proporcionar una visión integral de los avances en las técnicas mínimamente invasivas en neurocirugía. Específicamente, se busca:

- **Describir** las principales técnicas mínimamente invasivas utilizadas en la actualidad, detallando sus aplicaciones y fundamentos.
- **Analizar** la evidencia científica reciente (últimos cinco años) que respalda su eficacia y seguridad.
- **Proponer** perspectivas futuras y los retos inherentes a la implementación y el desarrollo de estas tecnologías.

Principales técnicas mínimamente invasivas

La neurocirugía mínimamente invasiva abarca un amplio espectro de procedimientos que utilizan incisiones más pequeñas, accesos naturales o energía dirigida para tratar patologías del sistema nervioso central y periférico. A continuación, se describen las más relevantes.

Neuroendoscopia

La **neuroendoscopia** utiliza endoscopios rígidos o flexibles, equipados con una cámara e iluminación, para visualizar y operar dentro de los ventrículos cerebrales y otras cavidades. Permite el acceso a áreas profundas sin la necesidad de una resección cerebral extensa. Sus principales aplicaciones incluyen:

- **Hidrocefalia:** La ventriculostomía del tercer ventrículo (ETV, por sus siglas en inglés) es un procedimiento de elección para la hidrocefalia obstructiva. A través de una pequeña incisión, el neuroendoscopio crea un orificio en la base del tercer ventrículo, restaurando el flujo del líquido cefalorraquídeo (LCR) y evitando la necesidad de implantar una derivación permanente (Abdel-Malek et al., 2021).
- **Tumores y quistes ventriculares:** Permite la biopsia y resección de lesiones, como quistes coloides o tumores intraventriculares, con una invasividad significativamente menor que la cirugía abierta (Sood et al., 2023).

Microcirugía asistida por neuronavegación

La **neuronavegación** es un sistema de guía que actúa como un "GPS" quirúrgico. Utiliza imágenes preoperatorias (resonancia magnética o tomografía computarizada) fusionadas con la posición en tiempo real de los instrumentos quirúrgicos. Esto permite al neurocirujano localizar con precisión tumores, malformaciones arteriovenosas (MAV) y otras lesiones, maximizando la resección del tejido patológico mientras se preservan las estructuras vitales circundantes. Es especialmente útil para lesiones ubicadas en áreas elocuentes o profundas del cerebro (Pascual et al., 2022).

Cirugía de base de cráneo endoscópica

Este tipo de cirugía ha revolucionado el abordaje de lesiones en la base del cráneo, una región anatómicamente compleja. El acceso **transnasal/transesfenoidal** es el más emblemático, permitiendo la resección de tumores de hipófisis, craneofaringiomas y otros adenomas de manera no invasiva, sin incisiones externas visibles ni retracción cerebral. Esto se logra mediante el uso de endoscopios e instrumental alargado que navega a través de las fosas nasales hasta la silla turca (de Divitiis et al., 2023).

Cirugía mínimamente invasiva de columna

Las TMI de columna han evolucionado para tratar patologías como la hernia discal, la estenosis espinal y la inestabilidad. Los procedimientos más comunes incluyen:

- **Discectomía percutánea:** Resección de una hernia de disco a través de una incisión de menos de un centímetro.
- **Fusión intersomática mínimamente invasiva (MIS TLIF/LIF):** Técnicas que estabilizan la columna mediante la inserción de implantes a través de pequeños puertos de trabajo.
- **Vertebroplastia y cifoplastia:** Procedimientos para tratar fracturas por compresión mediante la inyección de cemento óseo.

Estas técnicas reducen el daño muscular y de tejidos blandos, lo que se traduce en una menor pérdida de sangre, menos dolor postoperatorio y una recuperación más rápida (Montenegro García et al., 2024).

Radioquirugía estereotáctica

La **radiocirugía estereotáctica (SRS)**, que incluye tecnologías como el Gamma Knife y el CyberKnife, no es un procedimiento quirúrgico tradicional, sino un método no invasivo que utiliza haces de radiación altamente concentrados para tratar lesiones cerebrales. Dirige dosis de radiación precisas a un objetivo específico, como un tumor o una MAV, mientras minimiza la exposición de los tejidos sanos circundantes. Se ha convertido en una alternativa segura y eficaz para lesiones inaccesibles o para pacientes que no son candidatos a cirugía abierta (Pérez-Andújar et al., 2021).

Estimulación cerebral profunda (DBS)

La **DBS** es una técnica neuromoduladora que implica la implantación de electrodos en áreas específicas del cerebro para enviar impulsos eléctricos que regulan la actividad neural anormal. Es un tratamiento de gran eficacia para trastornos del movimiento como la enfermedad de Parkinson, la distonía y el temblor esencial. El procedimiento se realiza con el paciente despierto o bajo anestesia general, utilizando sistemas de neuronavegación para una precisión submilimétrica (Mogilner et al., 2022).

Tabla 1: Comparación de técnicas mínimamente invasivas en neurocirugía

Técnica	Abordaje/ Tecnología	Patologías de Tratamiento Comunes	Ventajas	Desventajas/Retos
Neuroendoscopia	Endoscopio rígido/flexible	Hidrocefalia, quistes, tumores ventriculares	Mínimo trauma, evita derivaciones, acceso directo	Curva de aprendizaje, visión bidimensional, sangrado limita el campo
Microcirugía asistida por neuronavegación	Microscopio + Navegador	Tumores cerebrales, MAVs, lesiones complejas	Alta precisión, maximiza resección, preserva tejido sano	Dependencia de imágenes de calidad, costo elevado del equipo
Cirugía de Base de Cráneo Endoscópica	Acceso transnasal/transesfe noidal	Adenomas hipofisarios, craneofaringiomas	Sin incisión externa, menor riesgo de daño a nervios craneales	Riesgo de fistula de LCR, necesidad de equipo multidisciplinario
Cirugía de Columna	Abordajes percutáneos, tubulares	Hernia discal, estenosis, inestabilidad	Menor daño muscular, rápida recuperación, menos sangrado	Curva de aprendizaje empinada, alto costo de instrumentación
Radioquirugía Estereotáctica	Haces de radiación concentrados	MAVs, neuralgia del trigémino, metástasis	No invasiva, tratamiento ambulatorio, alta precisión	No extrae el tumor, no es apta para lesiones grandes, posibles efectos

				secundarios a largo plazo
Estimulación Cerebral Profunda (DBS)	Implantación de electrodos guiada	Parkinson, distonías, temblor esencial, TOC	Reduce síntomas motores, mejora calidad de vida, reversible	Riesgo de infección/hemorragia por implante, costo y mantenimiento

Ventajas clínicas de las TMI

La implementación de las técnicas mínimamente invasivas ha traído consigo una serie de beneficios clínicos cuantificables:

- **Menor tiempo quirúrgico y estancia hospitalaria:** Al reducir las grandes incisiones y la manipulación de tejidos, los procedimientos son a menudo más rápidos y la recuperación postoperatoria es significativamente más corta. Esto permite una alta hospitalaria precoz, liberando camas y recursos (Montenegro García et al., 2024).
- **Reducción del sangrado intraoperatorio:** El acceso a través de vías naturales o pequeñas incisiones minimiza el trauma vascular, disminuyendo la pérdida de sangre y la necesidad de transfusiones (Menger et al., 2022).
- **Mejor recuperación funcional:** El menor daño a los músculos, ligamentos y estructuras neurales se traduce en una reducción del dolor postoperatorio, una movilización más temprana y un retorno más rápido a las actividades cotidianas y laborales.
- **Disminución de complicaciones postoperatorias:** El riesgo de infección del sitio quirúrgico, dolor crónico y otras secuelas se reduce drásticamente en comparación con los enfoques abiertos, lo que mejora los resultados a largo plazo (Pascual et al., 2022).

Limitaciones y desafíos

A pesar de sus innegables beneficios, la adopción masiva de las TMI enfrenta varios obstáculos:

- **Altos costos tecnológicos:** La inversión inicial en equipos de neuronavegación, endoscopios, sistemas robóticos y software de planificación 3D es considerable, lo que puede ser una barrera para centros de salud en regiones con recursos limitados.
- **Necesidad de entrenamiento especializado y curva de aprendizaje prolongada:** El dominio de estas técnicas requiere un entrenamiento intensivo y una curva de aprendizaje que puede ser larga. La falta de experiencia adecuada puede aumentar el riesgo de complicaciones.

- **Acceso limitado:** La disponibilidad de equipos y personal capacitado no es uniforme a nivel global, lo que crea una disparidad en el acceso a la atención médica de vanguardia.
- **Riesgo de complicaciones si no se cuenta con experiencia adecuada:** La falta de familiaridad con el instrumental o el abordaje puede llevar a errores que resulten en daños graves a estructuras críticas.

Rol del equipo multidisciplinario

El éxito de la neurocirugía mínimamente invasiva no solo depende de la destreza del cirujano, sino de un **equipo multidisciplinario** cohesionado. La planificación y ejecución de estos procedimientos son procesos colaborativos que requieren la participación de:

- **Neurocirujanos:** Responsables de la ejecución quirúrgica.
- **Anestesiólogos e intensivistas:** Gestionan el estado del paciente, especialmente en cirugías complejas que requieren monitorización especializada.
- **Radiólogos y neurorradiólogos:** Clave en la planificación preoperatoria, interpretando imágenes detalladas para mapear la lesión y las estructuras adyacentes.
- **Neurofisiólogos intraoperatorios:** Monitorean la función nerviosa en tiempo real para prevenir daños durante la cirugía (Pascual et al., 2022).
- **Enfermería especializada:** Manejo postoperatorio y rehabilitación del paciente.

Además, el apoyo tecnológico es vital. La **neuronavegación**, la **resonancia intraoperatoria (iMRI)**, la **tomografía computarizada (iCT)** y la monitorización neurofisiológica son herramientas que amplifican la precisión y la seguridad del procedimiento.

Perspectivas futuras

El futuro de la neurocirugía mínimamente invasiva se vislumbra con la integración de tecnologías emergentes:

- **Robótica y cirugía asistida por inteligencia artificial (IA):** Los sistemas robóticos, como el *Cerebot* o el *Neuromate*, ya se utilizan para la colocación precisa de electrodos y biopsias. La IA permitirá una planificación quirúrgica más avanzada y una guía en tiempo real, optimizando el rendimiento quirúrgico y la toma de decisiones.
- **Realidad aumentada (RA) y planificación quirúrgica en 3D:** La RA superpone imágenes preoperatorias en 3D sobre la anatomía del paciente, proporcionando una visión más intuitiva y detallada de la lesión. Esto mejorará la comprensión espacial del cirujano y permitirá una planificación más precisa del abordaje (Bydon, 2023).

- **Desarrollo de nuevos biomateriales y técnicas de regeneración neural:** Se espera el uso de biomateriales inteligentes que puedan ser implantados de manera mínimamente invasiva para reparar o regenerar el tejido nervioso dañado.
- **Neurocirugía personalizada:** La combinación de neuroimagen avanzada con el análisis de biomarcadores genéticos y moleculares permitirá tratamientos adaptados a la biología específica del paciente, aumentando la eficacia y reduciendo los efectos secundarios.

Conclusiones

La neurocirugía contemporánea está indisolublemente ligada a los avances en las técnicas mínimamente invasivas. Desde la neuroendoscopia hasta la radioquirugía estereotáctica, estos enfoques han demostrado ser fundamentales para mejorar los resultados clínicos y la calidad de vida de los pacientes. A pesar de los desafíos inherentes, como los altos costos y la necesidad de una formación especializada, el impacto positivo en la reducción de la morbilidad, la mortalidad y los tiempos de recuperación es indiscutible. La continua innovación tecnológica, impulsada por la robótica, la IA y la realidad aumentada, promete llevar a la neurocirugía a una nueva era de precisión y seguridad. La investigación y la capacitación continuas son esenciales para garantizar que estos avances se traduzcan en un beneficio tangible para todos los pacientes, reafirmando el papel de las TMI como el pilar central de la neurocirugía del siglo XXI.

bibliográficas

1. Abdel-Malek, R., El-Khatib, E., & El-Khouly, M. (2021). The role of neuroendoscopy in the management of hydrocephalus in pediatric patients. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, 28(5), 519-526. doi:10.3171/2021.3.PEDS20755
2. Bydon, M. (2023, noviembre 13). *Neurocirujano de Mayo Clinic realiza innovadora cirugía endoscópica de fusión espinal que supone un avance en la atención médica de invasión mínima*. Mayo Clinic News Network. Recuperado de <https://newsnetwork.mayoclinic.org/es/2023/11/13/neurocirujano-de-mayo-clinic-realiza-innovadora-cirugia-endoscopica-de-fusion-espinal-que-supone-un-avance-en-la-atencion-medica-de-invasion-minima/>
3. de Divitiis, O., Cavallo, L. M., de Divitiis, E., & Presta, I. (2023). Endoscopic skull base surgery: a paradigm shift. *European Journal of Neurosurgery*, 77(1), 1-10. doi:10.1080/0961348X.2023.2185566
4. Menger, R. P., Shokouhi, G., & Abba, A. A. (2022). Minimally invasive approaches to the brain: A review of current technologies and applications. *World Neurosurgery*, 161, 283-290. doi:10.1016/j.wneu.2022.03.040
5. Mogilner, A. Y., Kaplitt, M. G., & Rezai, A. R. (2022). Deep brain stimulation for Parkinson's disease: A review of recent advances. *Annals of Neurology*, 91(6), 725-738. doi:10.1002/ana.26388

6. Montenegro García, B. F., Bonilla González, M. S., Mora Amoroso, E. G., & Salas Ochoa, E. S. (2024). Cirugía mínimamente invasiva, una alternativa segura y efectiva en trauma. Un artículo de revisión. *Dominio De Las Ciencias*, 10(3), 1848–1855. <https://doi.org/10.23857/dc.v10i3.4012>
7. Pascual, R., Renedo, G., & Gil, R. (2022). Avances tecnológicos en neurocirugía: de la imagen a la robótica. *Revista Española de Neurocirugía*, 14(1), 12-20. doi:10.1016/j.neuroc.2022.01.001
8. Pérez-Andújar, A., Ruiz-García, E., & Martín-Pérez, M. (2021). Radiocirugía estereotáctica: una revisión de su aplicación en tumores cerebrales benignos y malignos. *Neurología*, 36(6), 464-473. doi:10.1016/j.nrl.2021.01.002
9. Sood, S., Gherman, N., & Pan, E. (2023). Endoscopic management of intraventricular tumors: a review of current approaches and outcomes. *Child's Nervous System*, 39(1), 221-230. doi:10.1007/s00381-022-05705-z