



UROANÁLISIS

1^{ra} Edición

UROANÁLISIS



Ebook



UROANALISIS

1^{ra} Edición

Javier Martín Reyes Baque
Nereida Josefina Valero Cedeño
Jazmin Elena Castro Jalca
Alexander Dario Castro Jalca
Roberto Arnaldo Ponce Pincay
José Climaco Cañarte Velez
Silvana Nohelia Campozano Pin
Anita Maria Murillo Zavala
Elsa Noralma Lucas Parrales
Autores Investigadores



UROANALISIS

1^{ra} Edición

AUTORES

INVESTIGADORES

Javier Martín Reyes Baque

Magíster en Investigación Clínica y Epidemiológica;
Licenciado en la Especialización de Laboratorio Clínico;
Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico
en la Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador

✉ javier.reyes@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0003-3670-0036>

Nereida Josefina Valero Cedeño

Doctora dentro del Programa de Doctorado en Inmunología (Inflamación
Enfermedades del Sistema Inmune y Nuevas Terapias);
Magíster Scientiarum en Biología Mención Inmunología Básica;
Licenciado en Bioanálisis; Carrera de Laboratorio Clínico,
Facultad de Ciencias de la Salud;
Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador

✉ nereida.valero@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0003-3496-8848>

Jazmin Elena Castro Jalca

Magíster en Epidemiología; Doctora en Ciencias de la Salud;
Licenciada en Laboratorio Clínico;
Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico;
Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador

✉ jazmin.castro@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-8867-8136>

Alexander Dario Castro Jalca

Magíster en Gerencia de Servicios de Salud;
Diploma Superior en Gestión de Desarrollo de los Servicios de Salud;
Licenciada en Enfermería; Universidad Técnica de Babahoyo;
Babahoyo, Ecuador;

✉ caballerosb@utb.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0009-0003-5368-0441>

Roberto Arnaldo Ponce Pincay

Máster en Biomedicina, mención pruebas especiales
y diagnóstico biomédico; Licenciado
en laboratorio clínico; Carrera de laboratorio clínico,
Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí,
Facultad Ciencias de la Salud Carrera de Laboratorio Clínico;
Jipijapa, Ecuador;

✉ roberto.ponce@unesum.edu.ec;

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-4753-03973>

José Climaco Cañarte Velez

Magíster en Gerencia y Administración de Salud;
Licenciado en Laboratorio Clínico;
Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador

✉ jose.canarte@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-3843-1143>

Silvana NoheliaCampozano Pin

Magíster en Biomedicina Mención en
Pruebas Especiales y Diagnóstico Biomédico;
Licenciada en la Especialización de Laboratorio Clínico;
Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador

✉ silvana.campozano@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0001-7377-2720>

Anita Maria Murillo Zavala

Magíster en Gerencia y Administración de Salud;
Doctora en Medicina y Cirugía; Administración de Empresas;
Prevención de Riesgos Laborales: Construcción y Obras Públicas;
Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico;

Facultad de Ciencias de la Salud en la
Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador

✉ anita.murillo@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0003-2896-6600>

Elsa Noralma Lucas Parrales

Magíster en Investigación Clínica y Epidemiológica;
Magíster en Microbiología Mención Biomédica;
Licenciada en la Especialización de Laboratorio Clínico;
Tecnólogo Médico Especialidad Laboratorio Clínico;
Carrera de Laboratorio Clínico;
Universidad Estatal Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador

✉ elsa.lucas@unesum.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-7651-2948>

UROANALISIS

1^{ra} Edición

REVISORES

ACADÉMICOS

Faryd Llerena Toro

Licenciado en Laboratorio Clínico de la
Universidad Estatal del Sur de Manabí;
Magíster en Bioquímica Clínica e Inmunología
en el laboratorio del MTI de la Universidad de Concepción – Chile;
Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud de la
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí;

✉ faryd.llerena@uleam.edu.ec;

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-4625-0625>

Cristóbal Josué Ávila Zambrano

Licenciado en Laboratorio Clínico Docente
Departamento de Ciencias Biológicas de la
Facultad de Ciencias de la Salud,
de la Universidad Técnica de Manabí;

✉ cristobal.avila@utm.edu.ec;

🆔 <https://orcid.org/0000-0001-7628-6541>

Catalogación Bibliográfica

Javier Martín Reyes Baque
Nereida Josefina Valero Cedeño
Jazmin Elena Castro Jalca
Alexander Dario Castro Jalca
Roberto Arnaldo Ponce Pincay
José Climaco Cañarte Velez
Silvana Nohelia Campozano Pin
Anita Maria Murillo Zavala
Elsa Noralma Lucas Parrales

AUTORES:

Título: UROANÁLISIS

Descriptor: Ciencias médicas, Exámenes de Laboratorio; Diagnóstico médico; Prevención Primaria de Enfermedad.

Código UNESCO: 32 Ciencias Médicas

Clasificación Decimal Dewey/Cutter: 616.0756/ R330

Área: Ciencias de la Salud

Edición: 1^{era}

ISBN: 978-9942-622-27-3

Editorial: Mawil Publicaciones de Ecuador, 2023

Ciudad, País: Quito, Ecuador

Formato: 148 x 210 mm.

Páginas: 144

DOI: <https://doi.org/10.26820/978-9942-622-27-3>

URL: <https://mawil.us/repositorio/index.php/academico/catalog/book/74>

Texto para docentes y estudiantes universitarios

El proyecto didáctico: **Uroanálisis**, es una obra colectiva escrita por varios autores y publicada por MAWIL; publicación revisada bajo la modalidad de pares académicos y por el equipo profesional de la editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de MAWIL de New Jersey.

© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.
Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Director Académico: Lcdo. Alejandro Plúa Argoti

Dirección Central MAWIL: Office 18 Center Avenue Caldwell; New Jersey # 07006

Gerencia Editorial MAWIL-Ecuador: Mg. Vanessa Pamela Quishpe Morocho

Dirección de corrección: Mg. Ayamara Galanton.

Editor de Arte y Diseño: Lic. Eduardo Flores, Arq. Alfredo Díaz

Corrector de estilo: Lic. Marcelo Acuña Cifuentes

UROANALISIS

1^{ra} Edición

Índices

Contenidos



Prólogo	18
Introducción	20
Capítulo I.	
Introducción al uroanálisis	23
Seguridad en el laboratorio clínico	24
Peligros biológicos	24
Estándares establecidos por la Occupational Safety and Health Administration (OSHA)	28
Equipo de protección personal	29
Lavado de manos	30
Desecho de residuos biológicos	31
Peligros punzocortantes	31
Derrames de sustancias químicas	31
Manipulación de sustancias químicas	32
Plan de higiene de sustancias químicas	32
Rotulado de sustancias químicas	33
Hojas de datos de seguridad del material	33
Peligros radioactivos	33
Peligros eléctricos	34
Peligros de incendio y explosivos	34
Peligros físicos	35
Nociones básicas en los planes de aseguramiento de la calidad en el análisis de orina	36
Procedimiento para realizar el control de calidad del análisis de orina completo	37
Fisicoquímico de orina	37
Solución Control Positivo de tiras reactivas	38
Solución Control Negativo de tiras reactivas	39
Resultados	39
Sedimento urinario	40
Capítulo II.	
El sistema renal	47
Los riñones	47
Unidad Funcional: Nefrona	48
Glomérulo	49
Túbulo Renal	50
Fisiología del riñón	50
Alteraciones de la función renal	51
Formación de la orina	52

La filtración -----	54
Reabsorción tubular -----	57
Reabsorción en el asa de Henle-----	62
Secreción tubular-----	65
Regulación del volumen urinario -----	65
La orina-----	66
Composición de la orina. -----	66
Contenido Anormal de la orina-----	67

Capítulo III.

Recogida de la orina -----	69
Toma de muestra en mujeres-----	69
Toma de muestra en hombres-----	70
Orina de 24 horas -----	73
Transporte, almacenamiento y conservación de la orina -----	74
Refrigeración (4 °C)-----	75
Congelación-----	75
Conservantes químicos -----	75
Muestras aceptables -----	76
Características físicas de la orina -----	77
Aspecto físico-----	77
Turbidez -----	77
Volumen -----	77
Olor-----	79
Color -----	79
Densidad-----	81
Osmolalidad-----	83

Capítulo IV.

Análisis químico de la orina-----	84
Detección de proteínas -----	86
Principio de la prueba -----	86
Interpretación de la prueba-----	86
Utilidad clínica-----	87
Proteinuria transitoria -----	87
Proteinuria Renal-----	88
Proteinuria posrenal-----	88
Limitaciones de la prueba-----	88
Interferencia con medicamentos -----	89
Detección de glucosa -----	89
Utilidad clínica-----	89
Glucosuria Renal -----	90

Glucosuria alimentaria -----	90
Limitaciones de la prueba-----	90
Resultados falsos positivos -----	90
Resultados falsos negativos -----	91
Interferencia con medicamentos -----	91
Determinación de los cuerpos cetónicos -----	91
Principio de la prueba-----	91
Interpretación de la prueba-----	91
Utilidad clínica-----	92
Cetonuria en Diabetes Mellitus -----	92
Cetonuria de origen no diabético -----	92
Interferencia con medicamentos -----	93
Determinación de los nitritos -----	93
Principio de la prueba-----	93
Interpretación de la prueba-----	93
Utilidad clínica de la prueba-----	93
Resultados falsos negativos -----	94
Resultados falsos positivos -----	94
Limitaciones de la prueba-----	95
Determinación de la sangre -----	95
Principio de la prueba-----	95
Interpretación de la prueba-----	95
Utilidad clínica-----	96
Daño glomerular -----	96
Daño renal no glomerular-----	96
Hemoglobinuria -----	97
Resultados falsos positivos -----	97
Determinación de la bilirrubina -----	97
Métodos de detección de la bilirrubina-----	98
Principio de la prueba-----	98
Interpretación de la prueba y utilidad clínica -----	98
Resultados falsos negativos -----	98
Resultados falsos positivos -----	99
Interferencia con medicamentos -----	99
Determinación del urobilinógeno-----	99
Principio de la prueba-----	99

Capítulo V.

Métodos de tinción-----	110
Tinción de Sternheimer-Malbin-----	110
Tinción de Gram -----	110
Tinción de azul de metileno y fucsina fenicada -----	110

Tinción de Peroxidasa de Kaye-----	110
Tinción con sudan III -----	111
Tinción con Lugol-----	111
Tinción de eosina-----	111
Tinción de Ziehl-Neelsen -----	111
Tinción eosinofílica de Hansel -----	111
Tinción con nitroprusiato de Benzidina -----	111
Tinción con lodo -----	111
Técnicas especiales del uso del microscopio -----	111
Contraste de fases -----	112
Interferencia diferencial -----	112
Luz polarizada-----	112
Utilización de filtros -----	112
Identificación de las células en el sedimento urinario -----	112
Leucocitos-----	112
Hematíes-----	114
Células epiteliales -----	115
Células del epitelio tubular o renal-----	115
Células del epitelio de transición-----	116
Histiocitos-----	117
Células malignas-----	117
Células de levadura-----	117
Identificación de los cilindros en el sedimento urinario. -----	118
Cilindros hialinos-----	118
Cilindros granulosos -----	119
Cilindros céreos-----	120
Cilindros leucocitarios-----	121
Cilindros hemáticos -----	121
Cilindros epiteliales -----	122
Cilindros con morfología especial-----	123
Identificación de los cristales en el sedimento urinario -----	123
Cristales de ácido úrico-----	123
Cristales de uratos amorfos-----	124
Cristales de oxalato cálcico -----	124
Cristales de ácido hipúrico -----	125
Cristales de leucina y tirosina -----	126
Cristales de cistina -----	126
Cristales de colesterol-----	127
Cristales de bilirrubina -----	128
Cristales de urato amónico -----	128
Cristales de carbonato cálcico -----	129
Cristales de fosfatos amorfos -----	129

Cristales de fosfato ácido-cálcico-----	130
Cristales de fosfato triple o cristales de fosfato amónico-magnésico -----	131
Identificación de bacterias, parásitos y hongos en el sedimento urinario-----	131
Elementos contaminantes en el sedimento urinario-----	132
Otros parámetros -----	133
Examen microscópico automatizado de sedimento urinario-----	135
Elementos formes identificables -----	136
Informe de resultados -----	138
 Referencias -----	 140

UROANALISIS

1ª Edición

Índices

Tablas



Tabla 1. Categorías adoptadas en el informe del análisis de orina para leucocitos -----	41
Tabla 2. Análisis por test Kappa para el procedimiento sobre leucocitos sin estandarizar. -----	43
Tabla 3. Interpretación del análisis por test Kappa -----	43
Tabla 4. Categorías adoptadas en el informe del análisis de orina para hematíes-----	44
Tabla 5. Análisis por test Kappa para el procedimiento sobre hematíes sin estandarizar-----	44
Tabla 6. Análisis por test de Kappa para el procedimiento sobre hematíes estandarizados -----	44
Tabla 7. Interpretación del análisis del test de Kappa para el procedimiento sobre hematíes estandarizados-----	45
Tabla 8. Tinciones especiales-----	138
Tabla 9. Valores de referencia del sedimento de orina-----	139

UROANALISIS

1^{ra} Edición

Índices

Figuras



Figura 1. Procedimiento propuesto para el análisis -----	37
Figura 2. Estabilidad de los parámetros físico químicos de la solución control -----	38
Figura 3. Estabilidad de los analitos de la solución durante la experiencia -----	39
Figura 4. Leucocitos: Variación entre operadores. Metodología sin estandarizar-----	41
Figura 5. Leucocitos: variación entre operadores. Metodología estandarizada-----	41
Figura 7. Glomérulo -----	48
Figura 10. Fuerza que influyen en la filtración -----	55
Figura 11. Mecanismo de reabsorción tubular-----	57
Figura 12. Filtración glomerular y reabsorción tubular-----	58
Figura 13. Flujo contracorriente-----	69
Figura 14. Recolección de orina en mujeres -----	69
Figura 15. Recolección de orina en hombres -----	70
Figura 17. Urinómetro -----	82
Figura 18. Uribilinógeno -----	85
Figura 19. Leucocitos-----	112
Figura 21. Células del epitelio tubular -----	115
Figura 22. Células del epitelio en transición-----	115
Figura 23. Células del epitelio escamoso-----	116
Figura 24. Células de levadura -----	117
Figura 25. Cilindro Hialino-----	118
Figura 26. Cilindros granulosos-----	119
Figura 27. Cilindros céreos -----	119
Figura 28. Cilindros leucocitarios-----	120
Figura 29. Cilindros hemáticos-----	121
Figura 30. Cilindros epiteliales -----	121
Figura 31. Cristales de ácido úrico -----	123
Figura 32. Cristales de ácido úrico -----	123
Figura 33. Cristales de oxalatos cálcico-----	124
Figura 34. Cristales de ácido hipúrico -----	124
Figura 35. Cristales de leucina y tirosina-----	125
Figura 36. Cristales de cistina-----	126
Figura 37. Cristales de cistina-----	126
Figura 38. Cristales de cistina-----	127
Figura 39. Cristales de urato amónico -----	128
Figura 40. Cristales de carbonato cálcico -----	128

Figura 41. Cristales de fosfatos amorfos -----	129
Figura 42. Cristales de forfatos ácido-calcico -----	129
Figura 43. Cristales de fosfato triple-----	130
Figura 44. Identificación de bacterias, parásitos y hongos -----	131
Figura 45. Elementos contaminantes en el sedimento urinarios -----	132

UROANALISIS

1ª Edición

Prólogo



Realizar de forma responsable el prólogo de un libro de carácter científico admite que se debe introducir al lector sobre lo que encontrará en su interior, esto implica que aquel que tiene esta área debe en primera instancia adueñarse del espíritu de la obra y encontrar en ella las razones que impulsaron a sus autores a escribirlo y, lo más importante, su razón de ser.

La intención detrás de la publicación de este libro es doble. En primer lugar, pretende satisfacer las expectativas de los lectores interesados en el tema específico. En segundo lugar, busca inspirar un mayor nivel de conciencia en los lectores con respecto al análisis de orina ya que esta prueba de laboratorio tiene importantes implicaciones para la salud general de quienes se someten a ella.

Este texto es producto de la colaboración de varios autores que tienen algo significativo que expresar sobre el tema del análisis de orina. Si bien algunos pueden considerar este tema como insignificante, quienes están afiliados a este campo (estudiantes, profesionales y científicos por igual) encontrarán este material como un recurso valioso para su desarrollo personal y profesional. Ha tomado una sabia decisión al elegir participar en este trabajo.

El tema tratado en este libro es una exploración teórica integral del sistema urinario, con especial énfasis en el papel crítico de los riñones en la producción de orina. Los riñones sirven como base estructural y funcional para la producción de estos desechos orgánicos, por lo que su función es de suma importancia. El objetivo de este texto es proporcionar una guía clara y concisa sobre el tema, a fin de que el lector pueda captar fácilmente la intención investigativa de sus autores.

De manera similar, el otro propósito de esta presentación es ofrecer una perspectiva divulgativa sobre los peligros que enfrenta el personal que manipula este tipo de muestras directamente, específicamente, se trata de la utilización de instrumentos y sustancias químicas necesarias para el procesamiento y evaluación de muestras de orina.

Resulta valioso que se haya dedicado tiempo suficiente para adentrarse en este tema y que sus autores tuviesen el compromiso de profundizar en la descripción de la conformación de la orina y aquellos aspectos que forman parte de un análisis en profundidad de este producto de desecho de las funciones humanas.

Al finalizar de leer esta obra queda el compromiso por parte de los autores de completar los estudios sobre aquellos aspectos que podrán ocasionar inquietud en los lectores, en virtud de lo apasionante del tema, con lo cual se contribuirá significativamente con el avance de la ciencia.

UROANALISIS

1ª Edición

Introducción



El individuo humano está diseñado de forma asombrosa para cumplir con las funciones que le permiten su subsistencia y además es capaz de identificar en el medio ambiente aquellos factores externos que pueden afectarle y por tanto actuar ante ellos a través de mecanismos como la homeostasis corporal.

Una de esas funciones que permite la subsistencia humana es el proceso de excreción, en este caso particular la excreción de líquidos a través de la formación de orina. Para ello el cuerpo humano está dotado de un sistema renal y urinario los cuales están conformados por un grupo complejo de órganos que, en conjunto, se encargan de filtrar los productos residuales de la sangre, de fabricar, almacenar y eliminar la orina y como resultado de ello mantienen el equilibrio hídrico, el equilibrio ácido básico y la presión arterial.

Es importante tener en cuenta que cuando existe la sospecha de alguna anomalía en el funcionamiento de los sistemas antes mencionados, se emplea el análisis de la orina, la cual se ha descrito como una biopsia líquida, obtenida de forma indolora, y para muchos, la mejor herramienta de diagnóstico no invasiva de las que dispone el médico. Sin embargo, para que esta valiosa herramienta pueda contribuir con las mejoras de la salud de las personas ha de tenerse en cuenta varios elementos que serán detallados en la obra que se presenta a continuación.

A modo de facilitar la lectura este libro está organizado de la siguiente manera: En el capítulo I se desarrolla la introducción al uroanálisis y la práctica de laboratorio, aquí se describe los elementos básicos del uroanálisis y los aspectos que contemplan los peligros de laboratorio.

En el capítulo II se presenta el sistema renal y formación de la orina por el organismo, específicamente los procesos de filtración, reabsorción, secreción y la regulación del volumen urinario. El capítulo III presenta los elementos que deben tenerse en cuenta para la recolección y el examen físico de la orina, en virtud de que estos dos procesos son vitales para que puedan obtenerse los resultados que más se ajusten a las condiciones de salud de los pacientes. En el Capítulo IV se desarrolla los aspectos del análisis químico de la orina y los procesos de detección de proteínas, cuerpos cetónicos, nitritos, sangre, bilirrubina, urobilinógeno, pH, sedimento urinario, histocitos, leucocitos densidad. Por último, el capítulo V amplía los métodos de laboratorio indispensables para el análisis de la muestra de orina: la tinción; así como las técnicas especiales del uso del microscopio, la identificación de células, bacterias y cristales en el sedimento urinario entre otros aspectos.

UROANALISIS

1^{ra} Edición

Capítulo

I

Introducción al Uroanálisis y a la práctica de laboratorio



Introducción al uroanálisis

Hay varios términos que se utilizan para describir un grupo de pruebas de detección con la capacidad de identificar enfermedades renales, del tracto urinario o sistémicas: “uroanálisis”, “análisis de orina”, “citoquímica de orina” y “parcial de orina”. Desde el punto de vista médico, se ha hecho referencia a la orina como biopsia líquida, ya que se obtiene sin dolor y, a menudo, se considera la mejor herramienta de diagnóstico no invasiva disponible para los médicos. Dos de las pruebas de laboratorio más comúnmente realizadas con fines diagnósticos son el hemograma y el análisis de una muestra parcial de orina, que pueden ayudar a identificar muchas de las patologías que frecuentemente enfrentan los pacientes que buscan atención médica (1).

Es importante considerar que los principales parámetros de naturaleza físico-química que forman parte del análisis de orina son: el aspecto, el color, el pH y la densidad. El aspecto, por lo normal transparente, puede variar por la presencia de fosfatos o sales del ácido úrico y del ácido oxálico; o bien por la presencia de pus y bacterias. El color normalmente amarillo pardo con tonalidad más o menos intensa por la presencia de urobilinógeno (pigmento urinario) puede cambiar en algunas condiciones patológicas, volviéndose, por ejemplo, más rosado (color “agua de lavar carne”), como en los casos de hemoglobinuria o de hematuria (presencia de hemoglobina o sangre en la orina, respectivamente), o más oscuro (color vino), como en los casos más graves de ictericia (2).

Por otra parte, los mismos autores (2) señalan que el valor del pH proporciona datos sobre la eficiencia de los sistemas tampón del organismo, dedicados al mantenimiento de valores constantes en el pH de las soluciones intra y extracelulares; el pH de la orina por lo común ligeramente ácido por la presencia de ácido úrico puede resultar más alto en caso de insuficiencia renal o, al contrario, tender hacia valores ácidos en caso de diabetes. La densidad indica la capacidad del riñón para concentrar la orina, siendo que, en condiciones fisiológicas, oscila entre valores de 1015 y 1025.

En tal sentido, mediante el análisis químico de la orina, además, se buscan compuestos que, ausentes en condiciones fisiológicas, son indicativos de fenómenos patológicos en curso: resulta particularmente significativa la presencia de glucosa (glucosuria); de proteínas como la albúmina (albuminuria); de hemoglobina (hemoglobinuria); de glóbulos rojos (hematuria); de bilirrubina (bilirrubinuria); y de cuerpos cetónicos (cetonuria).

A través del análisis directo al microscopio, se identifican elementos formados o insolubles en la orina, y que pueden provenir de la sangre, el riñón, las

vías urinarias más bajas y de la contaminación externa. Esto se realiza con el sedimento urinario obtenido por centrifugación, en él se informa las células por campo, cilindros por preparación, bacterias, levaduras, cristales y moco por cruces (+: leve, ++: moderado, +++: aumentado, ++++: muy aumentado), lo anterior no solo evidencia una enfermedad renal, sino también indica la clase de lesión presente (3).

Seguridad en el laboratorio clínico

Dentro del laboratorio clínico, existen numerosos peligros potenciales que podrían representar un riesgo significativo para la seguridad, provocando lesiones graves o incluso enfermedades potencialmente mortales. Para trabajar de forma segura en este entorno, el personal del laboratorio debe educarse sobre los diferentes tipos de peligros presentes, los protocolos de seguridad fundamentales que corresponden a cada uno y cómo implementar precauciones de seguridad de sentido común a diario. Si bien ciertos riesgos pueden ser exclusivos de la industria de la salud, otros se encuentran con frecuencia en la vida cotidiana (4).

Peligros biológicos

El ámbito del cuidado de la salud contiene abundantes fuentes de microorganismos potencialmente perjudiciales, que se encuentran con frecuencia en las muestras recibidas en el laboratorio clínico. Comprender cómo se transmiten los microorganismos (cadena de infección) es esencial para prevenir la infección. La cadena de infección requiere un vínculo continuo entre la fuente, el modo de transmisión y el huésped susceptible. La fuente es la ubicación del microorganismo potencialmente perjudicial, como son las muestras clínicas contaminadas o un paciente infectado (5).

Los microorganismos de la fuente se transmiten al huésped, y esto puede producirse por contacto directo (p. ej., el huésped toca al paciente, la muestra o el objeto contaminado), por inhalación de material infectado (p. ej., aerosol de gotitas de un paciente o un tubo de centrifuga destapado), ingestión de una sustancia contaminada (p. ej., alimentos, agua, muestras), o mordedura de un animal o picadura de un insecto vector. Una vez que la cadena de infección se completa, el huésped infectado se convierte entonces en otra fuente capaz de transmitir los microorganismos a otros.

En el laboratorio clínico, el principal contacto directo con la fuente de infección es a través de las muestras de pacientes, aunque también se produce por el contacto con pacientes y objetos infectados. Un objetivo primordial de la seguridad biológica es evitar que la cadena de infección se complete (6). El lavado de manos correcto y el uso de equipo de protección personal (EPP) son de vital importancia en el laboratorio. La preocupación sobre la exposición a patógenos transmitidos por la sangre, en especial el virus de la hepatitis B (HBV) y el virus de inmunodeficiencia humana (HIV), resultaron en el diseño de pautas y reglamentaciones realizadas por los Centers for Disease Control and Prevention (CDC) y la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) para prevenir la exposición. En 1987 los CDC establecieron las precauciones universales (PU).

Según éstas, todos los pacientes se consideran posibles portadores de patógenos transmitidos por la sangre. Las pautas recomiendan el uso de guantes cuando se recolectan o manipulan sangre y líquidos corporales contaminados con ésta y el de protectores faciales cuando hay riesgo de salpicarse con sangre sobre las mucosas.

Cuando se desechan todas las agujas y objetos cortantes en contenedores especiales para elementos punzocortantes. Los CDC excluyen de las PU la orina y los líquidos corporales contaminados con sangre no visible a simple vista, aunque muchas muestras pueden contener una cantidad considerable de sangre antes de tornarse visible. La modificación de las PU para el aislamiento de sustancias corporales (ASC) ayudó a atenuar esta preocupación. Las pautas ASC no se limitan a los patógenos transmitidos por la sangre; consideran fuentes de infección todos los líquidos y sustancias corporales húmedas. Según las pautas ASC, el personal debe usar guantes en todo momento en el que trabaje con sustancias corporales húmedas. Una gran desventaja de las pautas ASC es que no recomiendan el lavado de manos una vez quitados los guantes, aunque la contaminación visual esté presente (7).

En el año 1996 los CDC combinaron las características principales de las PU y de las pautas ASC y las denominaron precauciones estándares. Aunque estas últimas, como se describirá a continuación, se centran en el contacto con el paciente, los principios pueden aplicarse también a la manipulación de las muestras del paciente en el laboratorio.

Las precauciones según Ban, Easte (8) los estándares incluyen:

- Lavado de manos

Lavarse las manos después de tocar sangre, líquidos corporales, secreciones, excreciones y objetos contaminados, se usen guantes o no. Lavarse las manos enseguida después de quitarse los guantes, en el contacto entre pacientes y cuando esté indicado para evitar la transmisión de microorganismos a otros pacientes o ambientes. Lavarse las manos puede ser necesario entre tareas y procedimientos sobre el mismo paciente para evitar la contaminación cruzada de diferentes sitios corporales.

- Guantes

Usar guantes (limpios, los guantes no estériles son adecuados) cuando se toca sangre, líquidos corporales, secreciones, excreciones y objetos contaminados. Colocarse los guantes justo en el momento previo a tocar mucosas y piel lastimada. Cambiar los guantes entre tareas y procedimientos sobre el mismo paciente después de tener contacto con material que pueda contener una concentración elevada de microorganismos. Quitarse los guantes sin demora después de su uso, antes de tocar objetos no contaminados y superficies del ambiente, y antes de atender a otro paciente. Lavarse las manos de inmediato siempre después de quitarse los guantes para evitar la transmisión de microorganismos a otros pacientes o ambientes.

- Máscaras, protección ocular y protección facial

Usar mascarilla (barbijo) y protección ocular o protección facial para preservar las mucosas de los ojos, la nariz y la boca durante los procedimientos y las actividades de cuidado del paciente que puedan ocasionar salpicaduras o aerosoles de sangre, líquidos corporales, secreciones o excreciones. Se debe usar un respirador ajustable (N95) durante las actividades de cuidado del paciente relacionadas con sospecha de exposición a micobacterias.

- Bata

Usar bata (es adecuado el uso de bata limpia, no estéril) para proteger la piel y evitar ensuciar la ropa durante procedimientos y actividades de cuidado de pacientes que puedan ocasionar salpicaduras o aerosoles de sangre, líquidos corporales, secreciones o excreciones. Elegir una bata que sea apropiada para la actividad y la cantidad de líquidos con los que pueda encontrarse (p. ej., en el laboratorio, resistente al agua). Quitarse la bata sucia tan rápido como sea posible y lavarse las manos para evitar la transmisión de microorganismos a otros pacientes o ambientes.

- Equipamiento para el cuidado del paciente

Manipular el equipamiento para el cuidado del paciente, usado y sucio con sangre, líquidos corporales, secreciones y excreciones de forma que evite la exposición de la piel y las mucosas, la contaminación de la ropa y la transmisión de microorganismos a otros pacientes o ambientes. Asegurarse de que el equipamiento reutilizable no sea usado en otro paciente hasta que no se haya limpiado y reprocesado en forma apropiada. Asegurarse de que los objetos descartables sean desechados del modo adecuado.

- Control ambiental

Asegurarse de que el hospital posea procedimientos adecuados para el cuidado de rutina, limpieza y desinfección de superficies ambientales, camas, barandas de las camas, equipamiento de cama y otras superficies de contacto frecuente. Asegurarse de que estos procedimientos sean seguidos de manera correcta.

- Ropa blanca

Manipular, transportar y procesar la ropa blanca sucia con sangre, líquidos corporales, secreciones y excreciones como para evitar la exposición y la contaminación de la piel y de las mucosas, así como la contaminación de la ropa y evitar la transmisión de microorganismos a otros pacientes y ambientes.

- Salud ocupacional y patógenos transmitidos por la sangre

Tomar los recaudos necesarios para evitar daños cuando se usen agujas, bisturís y otros elementos o dispositivos punzocortantes; cuando se manipulen instrumentos cortantes después de procedimientos; cuando se limpien instrumentos usados y cuando se desechen agujas usadas. Nunca volver a tapar agujas usadas, manipularlas con ambas manos o usar cualquier otra técnica que involucre dirigir la punta de una aguja hacia cualquier parte del cuerpo; de preferencia, usar agujas autoprotegidas o un dispositivo mecánico para cubrirlas. No quitar con las manos las agujas usadas de las jeringas descartables; no doblarlas, romperlas ni manipularlas con las manos. Colocar las jeringas y las agujas descartables usadas, hojas de bisturís y otros objetos cortantes en contenedores especiales para elementos punzocortantes, que deben estar ubicados tan próximos como sea posible del área en la cual se emplearon; colocar las jeringas y las agujas reutilizables en contenedores especiales para elementos punzocortantes para transportar hasta el área de reprocesamiento. Usar boquillas, bolsas de reanimación y otros dispositivos de ventilación asistida como alternativa a los métodos de reanimación boca a boca en áreas donde se prevea la necesidad de técnicas de reanimación.

- *Ubicación del paciente*

Ubicar en una habitación privada al paciente que contamina el ambiente y al que no colabora (o que no es esperable que lo haga) para mantener la higiene apropiada o el control del lugar. Si no se dispone de una habitación privada, consultar con los profesionales dedicados al control de infecciones respecto de la ubicación del paciente u otras alternativas.

Estándares establecidos por la Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

Los estándares de la exposición ocupacional a los patógenos transmitidos por la sangre es una ley controlada y regulada por la OSHA.

Para Ferrandino, Pietrow, Preminger (9) los requerimientos específicos de los estándares de ésta incluyen:

- a. Exigir que todos los empleados lleven a cabo las PU/precauciones estándares.
- b. Suministrar de guardapolvos de laboratorio, batas, protección facial y respiratoria y guantes a los empleados e instalaciones de lavandería para la ropa de protección no desechable.
- c. Proporcionar de contenedores especiales para elementos punzocortantes y prohibir la reutilización de agujas.
- d. Prohibir comer, beber, fumar y maquillarse, usar manteca de cacao y lentes de contacto en el área de trabajo.
- e. Clasificar todos los materiales y recipientes peligrosos de tipo biológico.
- f. Proveer vacunación gratuita contra el virus de la hepatitis B (HBV).
- g. Establecer un protocolo de desinfección diario para superficies de trabajo; un desinfectante apropiado para los patógenos transmitidos por la sangre es el hipoclorito de sodio (lejía de uso doméstico diluida 1:10).
- h. Suministrar seguimiento médico para los empleados que se hayan expuesto de forma accidental a los patógenos transmitidos por la sangre.
- i. Documentar la capacitación regular en medidas de seguridad de los empleados. Cualquier exposición accidental a un posible patógeno transmitido por la sangre debe comunicarse de inmediato.

La evaluación del incidente debe comenzar lo más rápido posible para una adecuada Profilaxis Postexposición (PPE). Los Center for Diseases Control (CDC) publican en forma periódica pautas actualizadas para el manejo de la exposición y recomendaciones de PPE (10).

Equipo de protección personal

El Equipo de Protección Personal (EPP) utilizado en el laboratorio incluye guantes, batas resistentes a líquidos, protección ocular y facial, y escudos de acrílico. Los guantes se deben usar cuando se entra en contacto con pacientes, muestras y equipamiento o instalaciones del laboratorio. Cuando se recolectan las muestras, se deben cambiar los guantes entre paciente y paciente.

En el laboratorio se deben cambiar los guantes si están visiblemente contaminados o dañados, y se deben quitar siempre que se abandone el área de trabajo. Es importante señalar que los guantes no deben sustituir el acto de lavarse las manos; Se deben lavar las manos después de desechar los guantes. Hay diferentes tipos de guantes disponibles, incluidos los esterilizados y no esterilizados, con o sin talco, y fabricados con diversos materiales como el látex.

Es importante informar al personal del laboratorio sobre la creciente prevalencia de alergias al látex entre el personal sanitario y de laboratorio, y educarlos sobre los síntomas asociados con las reacciones al látex. Estos síntomas incluyen dermatitis de contacto, que puede provocar sequedad, picazón e irritación en la piel de las manos; reacciones de hipersensibilidad retardada parecidas a la hiedra venenosa que surgen dentro de las 24 a 48 horas posteriores a la exposición; y reacciones de hipersensibilidad inmediata, que frecuentemente se caracterizan por enrojecimiento facial y dificultades respiratorias.

El lavado de manos debe realizarse de inmediato después de quitarse los guantes; evitar el uso de guantes con talco puede ayudar a prevenir el desarrollo de alergias al látex. Una alternativa es reemplazar los guantes de látex por los de nitrilo o vinilo. Cualquier síntoma de alergia al látex debe ser informado al supervisor porque ésta, al ser verdadera, puede poner en peligro la vida.

Las batas o mandiles de laboratorio resistentes a los líquidos con puños se usan para proteger la ropa y la piel de la exposición a las sustancias corporales de los pacientes. Estas batas siempre deben estar abotonadas en

forma completa y los guantes tienen que cubrir los puños. Deben usarse en todo momento cuando se trabaja con muestras de pacientes y quitarse antes de abandonar el área de trabajo. Se cambian cuando se ensucian en forma visible. Las batas o mandiles descartables se colocan en recipientes para residuos biológicos peligrosos, y las reutilizables se colocan en receptáculos de lavandería destinados a este fin. Las mucosas de los ojos, la nariz y la boca deben protegerse de las salpicaduras y los aerosoles de la muestra.

Se dispone de varios tipos de equipos de protección, como anteojos, protectores faciales plásticos y escudos protectores de acrílico. Se debe tener cuidado especial en evitar salpicaduras y aerosoles cuando se destapan recipientes, se vierten y se centrifugan muestras.

Las muestras nunca deben centrifugarse en tubos destapados o en centrifugas descubiertas.

Lavado de manos

El contacto manual es el principal método de transmisión de la infección. El personal del laboratorio debe siempre lavarse las manos después de quitarse los guantes, antes de dejar el área de trabajo, en cualquier momento cuando se hayan contaminado las manos en forma advertida, antes de ir a áreas de descanso, y antes y después de utilizar los baños. La técnica correcta de lavado de manos incluye:

1. Mojar las manos con agua tibia.
2. Utilizar jabón antimicrobiano.
3. Frotar para formar espuma, friccionar y aflojar los desechos.
4. Limpiar a fondo entre los dedos, incluso los dedos pulgares, debajo de las uñas y anillos, y arriba de la muñeca, durante al menos 15 segundos.
5. Enjuagar las manos en posición descendente.
6. Secar con toalla de papel.
7. Cerrar el grifo con una toalla de papel limpia para evitar el re-contaminación.

Desecho de residuos biológicos

Todos los residuos biológicos, excepto la orina, deben ser colocados en recipientes rotulados en forma correcta y con el símbolo de peligro biológico. Esto incluye tanto las muestras como los materiales con los de encimeras y derrames accidentales. La solución debe dejarse para su secado al aire en el área contaminada. Los materiales absorbentes usados para limpiar las encimeras y eliminar las salpicaduras deben desecharse en recipientes para residuos peligrosos. Los recipientes para orina que estén vacíos pueden desecharse como residuos peligrosos no biológicos.

Peligros punzocortantes

Los objetos cortantes en el laboratorio, como agujas, bisturíes y cristales rotos, representan un peligro biológico serio, en particular para la transmisión de patógenos transmitidos por la sangre. Todos los objetos cortantes deben desecharse en contenedores especiales para elementos punzocortantes que deben ubicarse en forma conveniente dentro del área de trabajo. Peligros químicos Las mismas reglas generales para manipular materiales que representan peligros biológicos se aplican a las sustancias químicas peligrosas; es decir, evitar el contacto de estos materiales dentro del cuerpo o sobre él, ropas o área de trabajo. Toda sustancia química en el área de trabajo debe ser considerada como peligrosa.

Derrames de sustancias químicas

Cuando hay contacto con la piel, la mejor medida de primeros auxilios es lavar el área con abundante agua durante al menos 15 minutos y luego solicitar atención médica. Por este motivo, todo el personal del laboratorio debe conocer la ubicación y el uso adecuado de las estaciones de duchas de emergencia y de lavado de ojos. La ropa contaminada debe quitarse lo más rápido posible. No se debe tratar de neutralizar las sustancias químicas que hayan entrado en contacto con la piel. Los equipos para derrames de sustancias químicas contienen ropa protectora, material absorbente y no reactivo, y debe haber bolsas disponibles para desechar los materiales contaminados y de esta manera limpiar los derrames. Que éstas tomen contacto. A continuación, se descontaminan los desechos siguiendo las normas institucionales: incineración, esterilización por autoclave o recolección por una compañía certificada de residuos biológicos peligrosos.

La orina se debe desechar vertiéndola en una pileta de laboratorio. Hay que tener especial cuidado para evitar salpicaduras y la pileta debe enjuagarse con agua después de que se desechen las muestras. La desinfección de la pileta se debe hacer en forma diaria mediante el uso de una solución de hipoclorito de sodio diluida 1:5 o 1:10. Las diluciones de hipoclorito de sodio almacenadas en botellas plásticas son efectivas durante un mes si se las protege de la luz después de su preparación.

Manipulación de sustancias químicas

Las sustancias químicas nunca deben mezclarse salvo que se sigan instrucciones específicas, y deben agregarse en el orden especificado. Esto es de particular importancia cuando se combinan ácido y agua. El ácido debe agregarse siempre al agua para evitar la posibilidad de una salpicadura repentina ocasionada por la generación rápida de calor en algunas reacciones químicas. Algunas de las precauciones de seguridad recomendadas son usar anteojos y preparar los reactivos bajo una capucha contra gases. Las sustancias químicas deben provenir de recipientes que sean de un tamaño de fácil manejo. Es inaceptable en el laboratorio pipetear las sustancias directamente con la boca. Deben consultarse las reglamentaciones estatales y federales para el desecho de sustancias químicas.

Plan de higiene de sustancias químicas

La OSHA también exige que todos los centros que usen sustancias químicas peligrosas tengan un plan de higiene de sustancias químicas disponible por escrito para los empleados. El objetivo del plan es detallar:

1. Prácticas laborales apropiadas
2. Procedimientos estándares de operación
3. Equipo Protección Personal
4. Controles de ingeniería, como capucha contra gases y cabinas de seguridad contra sustancias inflamables
5. Requisitos de capacitación de los empleados
6. Pautas de consulta médica

Cada centro debe designar un jefe de higiene química, responsable de implementar y documentar el cumplimiento del plan.

Rotulado de sustancias químicas

Las sustancias químicas peligrosas deben rotularse con una descripción de su peligro particular, como por ejemplo venenosa, corrosiva o carcinógena, la National Fire Protection Association (NFPA) (11) desarrolló el Sistema estándar para la identificación de los peligros de incendio de materiales, NFPA 704.7 Este sistema de símbolos se usa para informar a los bomberos acerca de los peligros de incendio que pueden encontrar en un área particular. El símbolo en forma de diamante, codificado por color, contiene información relacionada con la salud, la ignición, la reactividad y la protección personal/precauciones especiales. Cada categoría está graduada en una escala de 0 a 4, sobre la base de la magnitud del peligro. Estos símbolos se ubican en puertas, gabinetes y recipientes.

Hojas de datos de seguridad del material

El “Estándar de Comunicación de Peligros Federales” de la OSHA (12) exige que todos los empleados tienen derecho a conocer todos los peligros químicos presentes en su lugar de trabajo. Esta información se brinda en el formulario de hojas de datos de seguridad del material (material safety data sheets, MSDS) en archivos en el lugar de trabajo. Por ley, se exige que los vendedores provean estas hojas a los compradores; sin embargo, el laboratorio en sí es responsable de obtener las MSDS y mantenerlas a disposición de los empleados.

La información que contienen las MSDS incluye:

1. Características físicas y químicas
2. Posibilidad de incendio y explosión
3. Posibilidad de reactividad
4. Peligros para la salud y procedimientos de primeros auxilios de urgencia
5. Métodos seguros de manipulación y desecho

Peligros radioactivos

La radioactividad se encuentra en el laboratorio clínico cuando se realizan procedimientos que utilizan radioisótopos. La cantidad de radioactividad presente en el laboratorio clínico es muy pequeña y representa poco peligro; de todas formas, los efectos de la radiación son acumulativos y se relacionan

con la cantidad de exposición. Esta última se relaciona con una combinación de tiempo, distancia y protección. Las personas que trabajan en ambientes radioactivos deben usar dispositivos de medición para determinar la cantidad de radiación que acumulan.

El personal del laboratorio debe estar familiarizado con los símbolos de los peligros radioactivos que se muestran aquí. Este símbolo debe exponerse en las puertas de todas las áreas donde haya material radioactivo. La exposición a la radiación durante el embarazo representa un peligro para el feto: todas las personas embarazadas o que piensan que puedan estarlo deben evitar las áreas con este símbolo.

Peligros eléctricos

El ámbito del laboratorio cuenta con gran cantidad de equipamiento eléctrico con el que los trabajadores tienen contacto frecuente. Se aplican las mismas normas generales de seguridad eléctrica observadas fuera del lugar de trabajo. El peligro de contacto con el agua o de los líquidos con el equipamiento en el laboratorio es grande. No debe operarse el equipamiento con las manos mojadas. El personal del hospital designado controla de cerca el equipamiento eléctrico; sin embargo, el personal del laboratorio debe observar en forma continua cualquier condición peligrosa, como cables pelados y circuitos sobrecargados, e informarla a las personas adecuadas.

El equipamiento que se haya mojado debe desenchufarse y secarse en forma completa antes de volver a utilizarse. Además, el equipamiento debe desenchufarse antes de realizar su limpieza. Todo el equipamiento eléctrico debe tener conexión a tierra con un enchufe de tres patas. Cuando se produce un accidente por descarga eléctrica, debe eliminarse de inmediato la fuente de electricidad. Esto debe realizarse sin tocar a la persona o al equipamiento involucrado a fin de evitar la transferencia de la corriente. Los procedimientos seguros son apagar el interruptor diferencial, desenchufar el equipo o moverlo mediante el empleo de un objeto de vidrio o de madera no conductor.

Peligros de incendio y explosivos

La Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO, Comisión de la Junta de Acreditación de Organizaciones de Cuidado de la Salud de los Estados Unidos) exige que todas las instituciones de cuidado de la salud tengan rutas post-evacuación y planes detallados a seguir en caso

de incendio. El personal del laboratorio debe estar familiarizado con estos procedimientos (4).

Cuando se descubre el incendio, se espera que todos los empleados actúen según el acrónimo RACE:

- Rescate: rescatar a toda persona que esté en peligro inmediato
- Alarma: activar el sistema de alarma institucional
- Contener: cerrar todas las puertas hacia las posibles áreas afectadas
- Extinguir: intentar extinguir el fuego, de ser posible; salir del área

El personal de laboratorio suele manipular y almacenar productos químicos potencialmente peligrosos que requieren protocolos específicos. Para garantizar la seguridad, los productos químicos inflamables deben almacenarse en gabinetes de seguridad seguros y refrigeradores a prueba de explosiones, mientras que los cilindros de gas comprimido deben mantenerse alejados del calor y anclarse a un dispositivo estacionario para evitar que se vuelquen. En el laboratorio debe haber mantas ignífugas disponibles en el laboratorio para extinguir las llamas provocadas por la ropa quemada. En tales casos, las personas deben estar envueltas en mantas ignífugas para sofocar las llamas.

La NFPA clasifica los incendios de acuerdo con el tipo de material que arde, el tipo de extintor utilizado para combatir el incendio también se clasifica en consecuencia. Es fundamental comprender esta clasificación para operar eficazmente el extintor de incendios. Un método para recordar los pasos involucrados en el uso de un extintor de incendios es utilizar el acrónimo TAAA:

- Tirar de la clavija
- Apuntar a la base del fuego
- Apretar las manijas
- Arrastrar la boquilla de lado a lado.

Peligros físicos

Los peligros físicos no son exclusivos del laboratorio y se aplican las mismas precauciones habituales que fueran del área de trabajo. Las precauciones generales a considerar son: evitar correr en las habitaciones y los pasillos, estar atentos a los pisos mojados, flexionar las rodillas cuando se levanten objetos pesados, mantener el pelo largo atado por detrás, evitar alhajas col-

gantes, y mantener limpia y ordenada el área de trabajo. Los zapatos cerrados que brinden un máximo soporte al arco son esenciales para la seguridad y la comodidad.

Nociones básicas en los planes de aseguramiento de la calidad en el análisis de orina

La práctica del análisis de orina es la prueba de laboratorio más antigua registrada y sus raíces se remontan a la era de los antiguos egipcios. Está compuesto por una serie de evaluaciones fisicoquímicas que deben realizarse sobre una muestra de orina, apegándose a las directrices implementadas por el Comité Nacional de Estándares de Laboratorios Clínicos en 1995, y sugeridas por el Comité Nacional de Normalización de Laboratorios Clínicos. Este es un aspecto crucial para garantizar que los procedimientos analíticos sigan siendo confiables y sujetos a mejora continua. La importancia de realizar correctamente un análisis de orina, que incluye tanto la inspección microscópica como el uso de tiras reactivas, radica en su valor diagnóstico en una amplia gama de patologías, incluidas las de origen prerrenal y renal.

Un examen de orina completo tiene el potencial de descubrir una variedad de afecciones médicas relacionadas con el tracto urinario, los riñones, el hígado, la hemólisis y el metabolismo de los carbohidratos. A pesar de su utilidad como examen de rutina, esta tecnología carece de prestigio y a menudo se pasa por alto. Además, actualmente no existe una metodología eficaz de control de calidad y la estandarización sigue siendo un problema sin resolver a nivel nacional. Sin embargo, con una ejecución y atención cuidadosas, este examen puede resultar la herramienta de diagnóstico más valiosa, especialmente cuando se realiza con habilidad y experiencia. Para garantizar resultados clínicamente útiles, el trabajo analítico debe ser muy exacto, preciso y reproducible, para ello, el Laboratorista Clínico debe tener en cuenta las tres etapas fundamentales de cualquier análisis:

- Fase pre analítica: permite obtener muestra apta y confiable.
- Fase analítica: proporciona una medición confiable.
- Fase post analítica: aporta un informe confiable.

Al aplicar diariamente la estandarización del proceso propuesta por el National Committee of Clinical Laboratory Standards (NCCLS) en 1995 y comprobar que dicha estandarización aumentaba significativamente los parámetros de calidad del proceso, realizar un estudio comparativo entre observadores, a

modo de control de calidad, y elaborar una solución control de tiras reactivas y una colección fotográfica del sedimento para la enseñanza, entrenamiento y posterior control interno.

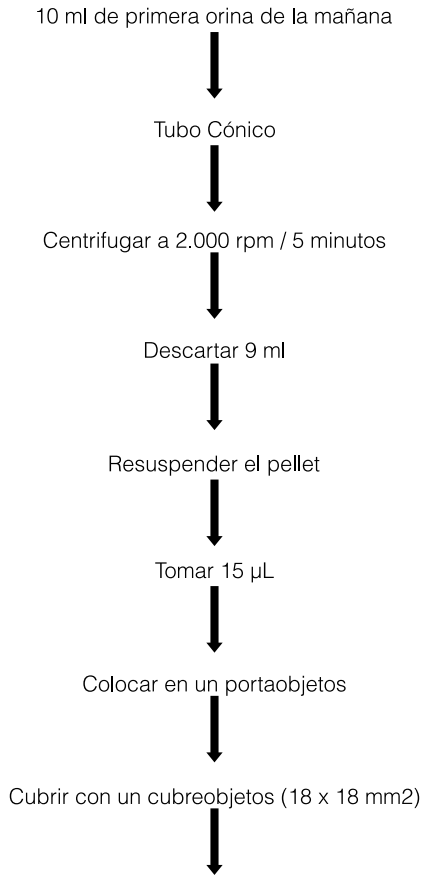
El cumplimiento de estos objetivos llevaría a proponer un esquema para realizar, en forma metódica, sistemática y económica, el control de calidad para realizar el análisis de orina completa. A su vez, disminuiría el número de repeticiones, representando una mejora costo-beneficio, tanto para el paciente como para el médico solicitante (4).

Procedimiento para realizar el control de calidad del análisis de orina completo

Según Delgado L., Rojas, M., y Carmona, M. (6) existen procedimientos básicos necesarios para el análisis de la orina:

Fisicoquímico de orina

Se evalúan muestras de la primera orina de la mañana, recogidas en recipientes adecuados y procesadas antes de las dos horas de haber la recolectado la orina, o en su defecto refrigeradas hasta ser procesadas, ya que después de 2 horas la muestra se deteriora pudiéndose perder elementos formes en orinas alcalinas y de baja densidad. Se descartan las orinas turbias y/o hemáticas. Los parámetros fisicoquímicos se determinan en un equipo automatizado para el examen de orina. El análisis microscópico del sedimento se realiza por operadores experimentados.

Figura 1. Procedimiento propuesto para el análisis

Se observa al microscopio utilizando aumento 100X y 400X.

Nota. Elaboración propia

Solución Control Positivo de tiras reactivas

Los mismos autores señalan que: para evaluar los parámetros clásicos de la prueba de orina completa se confecciona una solución madre conteniendo: urea (10,0 g), glucosa (1,0 g), cloruro de sodio (5,0 g), sangre con hematocrito entre 40-45% (0,1 ml), suero control (5,4 ml), sometidos ambos a screening serológico, acetona (4,0 ml) y formol (4,0 ml), agua destilada csp para llevar la solución final a 1,000 ml.

Solución Control Negativo de tiras reactivas

Para este procedimiento se utiliza agua destilada. Los operadores (dos en total) realizan el análisis primero de manera personal y luego de manera estandarizada sobre la misma muestra y al mismo tiempo. El análisis estadístico se realiza mediante el test Kappa, considerando significativa $p < 0,05$

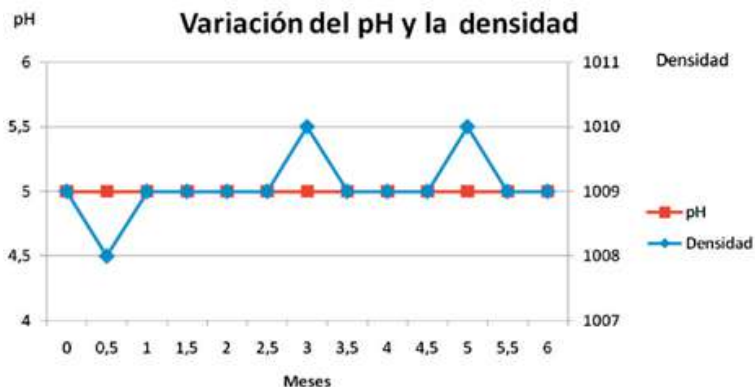
Resultados

Solución control positiva de tiras reactivas

Las tiras reactivas que se emplean para el análisis físico químico de orina suelen deteriorarse o contaminarse con el tiempo si no están debidamente almacenadas o manipuladas. Se evalúan los parámetros clásicos de la prueba de orina completa como: glucosuria, proteinuria, hemoglobina en orina, cetonuria (se considera la categoría vestigios como 0.5, una cruz como 1, dos cruces como 2 y así sucesivamente) según se muestra en la (Fig. 1).

Los valores de pH ($x=5,0$) y de densidad ($x = 1,009 \pm 0,001$) se mantienen estables durante el tiempo del control (6 meses) (Figura 2).

Figura 2. Estabilidad de los parámetros físico químicos de la solución control

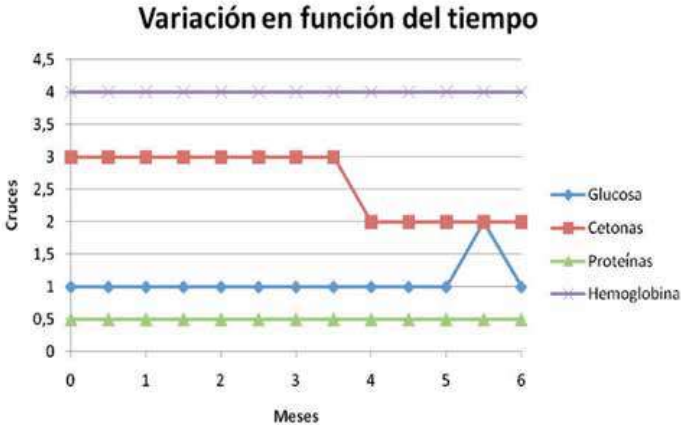


Nota. Elaboración propia

El descenso de la cetona podría deberse a la evaporación de la misma tras un período de tiempo por la apertura del recipiente. Se debe proporcionar y refrigerar la solución control utilizando una alícuota cada vez que se inicia el

proceso. El ascenso de glucosa en un punto se considera un hecho causado por un error aleatorio debido al mantenimiento semestral que requiere el equipo automatizado (Ver Figura 3).

Figura 3. Estabilidad de los analitos de la solución durante la experiencia



Nota. Elaboración propia

El ensayo del control se realiza cada mañana antes de comenzar el trabajo diario, y tras cada cambio de lote de tiras reactivas. Si no se cuenta con un equipo automatizado / semiautomatizado de lector de tiras, el ensayo de control debería realizarse tras cada cambio de técnico.

Sedimento urinario

Análisis de correlación entre observadores, estandarización del proceso

Autores como Fernández, D., Di Chiazza, S., Veyretou, F., y González, L. (5) señalan que el examen microscópico de sedimento urinario se practica fundamentalmente para detectar la presencia de elementos formes y partículas microscópicas: glóbulos blancos, glóbulos rojos, cilindros, cristales, bacterias, células epiteliales del tracto urinario y hasta células tumorales. El examen microscópico es una valiosa herramienta diagnóstica para la detección y evaluación de los trastornos renales y del tracto urinario. Es de especial interés la identificación y cuantificación de leucocitos, eritrocitos y cilindros para diferenciar enfermedades del parénquima renal. El valor de este análisis depende del método estandarizado y la experiencia del operador que lo efectúe.

Leucocitos

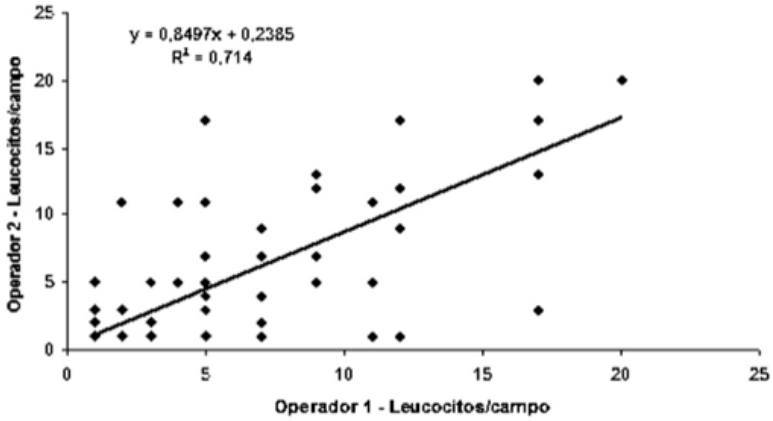
Se establecieron las categorías descriptas en la Tabla I, para uniformar criterios entre observadores. Si bien el criterio es arbitrario, se considera como “sedimento normal” las categorías de muy escasos (ME) y escasos (E). Y como sedimento de “orinas patológicas” a las categorías regulares (R), abundantes (A) y/o muy abundantes (MA) leucocitos por campo, por lo que resulta crítica la distinción de las dos primeras categorías. Los analistas bioquímicos informan la cantidad de leucocitos como una cantidad aproximada de leucocitos por campo, por ejemplo 0 a 2 - 1 a 3 - 8 a 10 etc.

Tabla 1. Categorías adoptadas en el informe del análisis de orina para leucocitos

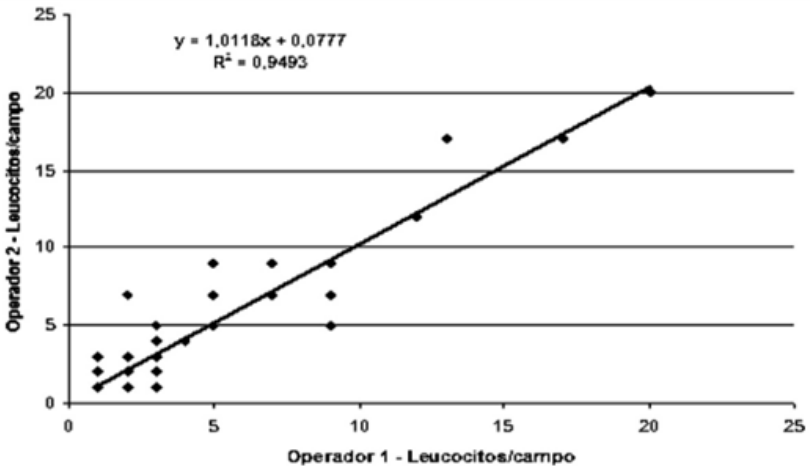
Leucocitos por campo	Categoría	Informe
0 a 3	muy escaso	ME
4 a 7	escaso	E
8 a 11	regular	R
12 a 15	abundante	A
mayor a 15	muy abundante	MA

Nota. Elaboración propia. Leyenda: ME: muy escaso, E: escaso; R: regular, A: abundante, MA: muy abundante.

Para establecer una correlación en forma gráfica se calcula el promedio de cada valor informado para hacer un gráfico de correlación y tener una impresión visual de la dispersión de los resultados, calculando también, el coeficiente de correlación de Pearson que se aplica a variables independientes entre sí obteniéndose un r^2 de 0,71 (Ver Figura 4) para el proceso sin estandarizar y un r^2 de 0,5 para el proceso estandarizado (Ver Figura 5). Los resultados de los analistas fueron agrupados por categorías. Se evaluó la correlación mediante el Test Kappa evidenciando una notable mejoría en la concordancia entre observadores utilizando el procedimiento propuesto como se visualiza en las Tablas II y III. En este caso la concordancia obtenida fue muy buena. El método estandarizado mejora la concordancia entre operadores para el recuento de leucocitos.

Figura 4. Leucocitos: Variación entre operadores. Metodología sin estandarizar

Nota. Elaboración propia

Figura 5. Leucocitos: variación entre operadores. Metodología estandarizada

Nota. Elaboración propia

Tabla 2. Análisis por test Kappa para el procedimiento sobre leucocitos sin estandarizar.

Kappa	0,552	
Varianza	0,00362	
Desvío estándar	0,0602	
Intervalo de confianza para k; alfa=0,05:	mayor que	0,434
	menor que	0,670

Nota. Elaboración propia

Tabla 3. Interpretación del análisis por test Kappa

K	Concordancia
<0,20	Pobre
0,21-0,40	Débil
0,41-0,60	Moderada
0,61-0,80	Buena
0,81-1,00	Muy Buena

Nota. Elaboración propia

Hematíes

Análisis de correlación entre observadores, estandarización del proceso. Las categorías para uniformar criterios entre observadores se resumen en la Tabla IV. Se toma como punto de corte arbitrario la detección/no detección de hematíes. El resultado para un proceso similar al desarrollado para los leucocitos se observa en la Tabla V, proceso sin estandarizar Tabla VI, proceso estandarizado. En este caso la concordancia obtenida fue buena.

Células

- Análisis de correlación entre observadores, estandarización del proceso.

En el caso de las células al ser un parámetro subjetivo su valor no es significativo tras la estandarización.

Se elabora una colección fotográfica con más de 200 imágenes con el objeto de ser utilizadas en la enseñanza y el entrenamiento de alumnos, nuevo personal y el control periódico del personal de la sección.

Tabla 4. Categorías adoptadas en el informe del análisis de orina para hematíes

Hematíes por campo	Categoría	Informe
0	muy escaso	ME
1 a 6	Escaso	E
7 a 13	Regular	R
13 a 20	abundante	A
Mayor a 20	muy abundante	MA

Nota. Elaboración propia

Tabla 5. Análisis por test Kappa para el procedimiento sobre hematíes sin estandarizar

Kappa	0,487
Varianza	0,00389
Desvío estándar	0,0624
Intervalo de confianza para k; alfa=0,05:	mayor que 0,364 menor que 0,609

Nota. Elaboración propia

Tabla 6. Análisis por test de Kappa para el procedimiento sobre hematíes estandarizados

Kappa	0,613
Varianza	0,00306
Desvío estándar	0,0554
Intervalo de confianza para k; alfa=0,05:	mayor que 0,505 menor que 0,722

Nota. Elaboración propia

Tabla 7. Interpretación del análisis del test de Kappa para el procedimiento sobre hematíes estandarizados

k	Concordancia
<0,20	Pobre
0,21-0,40	Débil
0,41-0,60	Moderada
0,61-0,80	Buena
0,81-1,00	Muy buena

Nota. Elaboración propia

UROANALISIS

1^{ra} Edición

Capítulo

II

Sistema renal y formación de la orina



Como forma de adentrarse al funcionamiento renal humano, se consultarán las consideraciones hechas por Castaño, Slon y García (13) de tal forma de poder explicar cómo el funcionamiento renal incide significativamente en la formación de la orina.

El sistema renal

Los sistemas renal y urinario están constituidos por un grupo complejo de órganos que en conjunto se encargan de filtrar los productos residuales de la sangre y de fabricar, almacenar y eliminar la orina. Estos órganos son esenciales para la hemostasia, ya que mantienen el equilibrio hídrico, el equilibrio ácido básico y la presión arterial. Los órganos fundamentales del sistema son los dos riñones y la vejiga urinaria. Durante el proceso de filtración de los productos residuales de la sangre, los riñones pueden exponerse a concentraciones elevadas de sustancias tóxicas endógenas y exógenas. De este modo, algunas células renales están expuestas a concentraciones mil veces superiores a las sanguíneas.

Los problemas que causan daños en los riñones pueden ser prerrenales (afectan al aporte sanguíneo a los riñones), renales (afectan al propio riñón) o pos renales (afectan a cualquier punto de la ruta que sigue la orina desde el riñón hasta la salida de la uretra o el pene). Los problemas pos renales suelen ser de tipo obstructivo; un punto de obstrucción muy frecuente es la próstata, que se encuentra entre la vejiga y la uretra. Cualquier trastorno preexistente de la próstata, la vejiga o los uréteres, en particular las infecciones, las obstrucciones o los cuerpos extraños (como los cálculos), puede comprometer la función renal y aumentar la sensibilidad a los defectos adquiridos o genéticos.

Los riñones

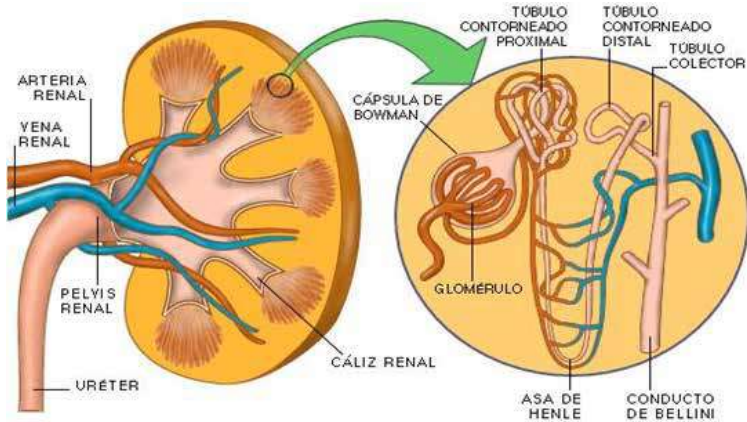
Los riñones, que pesan entre 125 y 155 gramos, son un conjunto crucial de órganos excretorios que están presentes en los vertebrados. Estos órganos tienen forma de frijol y un tamaño cercano al de un puño humano. Cada riñón tiene una cara anterior y una posterior, un borde exterior convexo, un borde interior cóncavo y polos superior e inferior redondeados.

Ubicados en la parte posterior de la región abdominal, uno a cada lado de la columna vertebral, hay dos órganos que se encuentran justo debajo de la caja torácica. El riñón derecho está situado ligeramente debajo del hígado, mientras que el riñón izquierdo descansa debajo del diafragma y está muy

cerca del bazo. Por encima de cada uno de los riñones se encuentra una glándula suprarrenal. Aunque son órganos pares, el riñón derecho ocupa una posición ligeramente más baja, con una diferencia de aproximadamente 2 cm, y ambos riñones son de tamaño distinto, siendo el riñón izquierdo típicamente algo más grande.

La región superior de los riñones está protegida por las costillas, mientras que cada riñón está rodeado por dos capas de tejido adiposo que sirven como escudo. Estos órganos esenciales están contenidos dentro de un compartimento compacto llamado cápsula fibroadiposa (Ver Figura 6).

Figura 6. Estructura del riñón



Nota. Extraído de Scribd. Nefrona: <https://pt.slideshare.net/EricksonAvila/nefrona-54716007>

Unidad Funcional: Nefrona

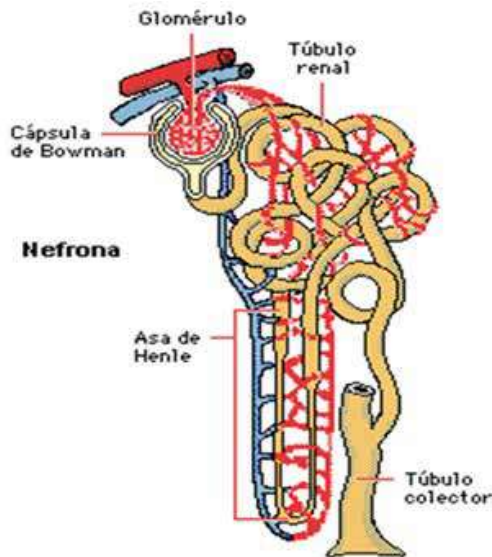
Las nefronas son la principal unidad funcional del riñón, a cargo de remover el desperdicio metabólico y exceso de agua de la sangre, está compuesto por el glomérulo y su capsula de Bowman y el túbulo. Existen dos tipos de nefronas, unas superficiales, ubicada en la parte externa de la cortical (85%), y otras profundas cercana a la unión cortico-medular llamadas yuxtamedulares caracterizado por un túbulo que penetra profundamente en la medula renal (14).

Glomérulo

Es una estructura compuesta por un ovillo de capilares, originados a partir de la arteriola aferente, que tras formar varios lobulillos se reúnen nuevamente para formar la arteriola eferente. Ambas entran y salen, respectivamente, por el polo vascular del glomérulo. La pared de estos capilares está constituida, de dentro a fuera de la luz, por la célula endotelial, la membrana basal y la célula epitelial. A través de esta pared se filtra la sangre que pasa por el interior de los capilares para formar la orina primitiva.

Los capilares glomerulares están sujetos entre sí por una estructura formada por células y material fibrilar llamada mesangio, y el ovillo que forma está recubierto por una cubierta esférica, capsula de Bowman, que actúa como recipiente del filtrado del plasma y que da origen, en el polo opuesto al vascular al túbulo proximal (14).

Figura 7. Glomérulo



Nota. Extraído de Slideshare. Embriología y función renal <https://es.slideshare.net/malebranche18/embriologia-y-funcion-renal>

Túbulo Renal

Del glomérulo, por el polo opuesto a la entrada y salida de las arteriolas, sale el túbulo contorneado proximal que discurre un trayecto tortuoso por la cortical. Posteriormente el túbulo adopta un trayecto rectilíneo en dirección al seno renal y se introduce en la medula hasta una profundidad variable según el tipo de nefrona (superficial o yuxtamedular), finalmente, se incurva sobre sí mismo y asciende de nuevo a la corteza. A este segmento se le denomina asa de Henle. En una zona próxima al glomérulo sigue nuevamente un trayecto tortuoso, denominado túbulo contorneado distal, antes de desembocar en el túbulo colector que va recogiendo la orina formada por otras nefronas, y que desemboca finalmente en el cáliz a través de la papila (14).

Fisiología del riñón

La función principal del riñón es limpiar la sangre en el sistema circulatorio filtrando todos los materiales de desecho, que incluyen creatinina, urea, potasio y fósforo. Este proceso de filtración, reabsorción y excreción es lo que permite a los riñones producir aproximadamente 2 litros de material de desecho y exceso de agua que se expulsa en forma de orina diariamente. Los riñones son responsables de filtrar la impresionante cifra de 200 litros de sangre al día y sirven como un sistema de purificación complejo y vital dentro del cuerpo humano (15).

La degradación de los tejidos activos y el consumo de alimentos en el cuerpo humano conduce a la producción de desechos. El cuerpo expulsa estos desechos al torrente sanguíneo después de extraer toda la energía necesaria de los alimentos. Sin embargo, si los riñones no pueden eliminarlo, los desechos se acumulan y pueden provocar daños.

Autores como Hemstreet, Hemstreet, Partanen, (16) señalan entre las funciones de los riñones:

- Excretar desechos
- Regular la homeostasis
- Secretar hormonas: entre las que destacan:
 - Eritropoyetina: que estimula la producción de los glóbulos rojos.
 - Renina: que regula la tensión arterial.
 - Vitamina D, en su forma activa: el calcitriol, que ayuda a mantener

el calcio para los huesos y para el equilibrio químico normal en el cuerpo.

- Producción de la orina.
- Reabsorción de electrolitos.

Estas funciones se llevan a cabo en diferentes zonas del riñón .Las dos primeras ,es decir, la excretora y reguladora del medio interno, se consiguen con la formación y eliminación de la orina de composición adecuada a la situación y necesidades del organismos .tras formarse en el glomérulo un ultrafiltrado del plasma ,el túbulo se encarga , en sus diferentes porciones de modificar la composición de dicho ultrafiltrado hasta formar orina de composición definitiva , que se eliminara a través de la vía excretora al exterior.

Alteraciones de la función renal

La mayoría de las enfermedades renales afectan a las nefronas y perjudican su capacidad de filtración. El daño a las nefronas puede ocurrir con rapidez, generalmente debido a un traumatismo o envenenamiento que afecta los riñones. Sin embargo, casi todos los trastornos renales erosionan las nefronas de forma gradual y discreta.

La enfermedad renal se puede atribuir a una variedad de factores, pero las causas principales son la hipertensión y la diabetes. Si una persona sangra al orinar, esto suele ser un signo de daño en las nefronas, lo que puede comprometer la filtración de la sangre.

Las patologías renales pueden ser (17):

- Totales:

Cualquier tipo de alteración producirá una pérdida de la función renal, para filtrar o depurar la sangre. Se producirá un aumento de la producción metabólica de desecho en líquidos corporales (sangre), también regulará mal la cantidad de agua y electrolitos a nivel de estos líquidos

- Parciales:

Pielonefritis: infección del riñón que puede ocasionar la destrucción y pérdida de neuronas completas. Cuando se pierden más de las $\frac{3}{4}$ partes de las nefronas, se ve comprometido el funcionamiento del riñón y le aparece un cú-

mulo de productos de desecho en la sangre, pudiendo terminar con una urea y con un coma acidótico, por eliminación de hidrogeniones.

Glomerulonefritis: inflamación de los glomérulos. Si se bloquean muchos glomérulos se producirá descenso del filtrado glomerular, reteniendo líquidos en el organismo, por lo que se tendrá tendencia a padecer hipertensión. También puede ocasionar que el riñón sufra un paro súbito en su funcionamiento, cuando el riñón no recibe suficiente aporte de sangre (choque cardiocirculatorio). También puede dar lugar a un paro cuando los túbulos se taponen (transfusión de sangre incompatible, hemólisis), o por envenenamiento a nivel de la nefrona, por metales pesados como el mercurio.

Entre las alteraciones renales más comunes se tienen:

- Cálculo renal
- Nefropatía diabética
- Glomerulonefritis
- Hipertensión arterial
- Enfermedades hereditarias o congénitas de los riñones
- Insuficiencia renal
- Lupus
- Nefropatía por IgA
- Pielonefritis

Si el riñón no funciona, la persona acumulará productos de desecho, produciendo uremia y una acidez de los líquidos corporales, la persona puede morir por coma ácido. Deberá ser tratado con hemodiálisis periódicamente, esperando el trasplante de riñón.

Formación de la orina

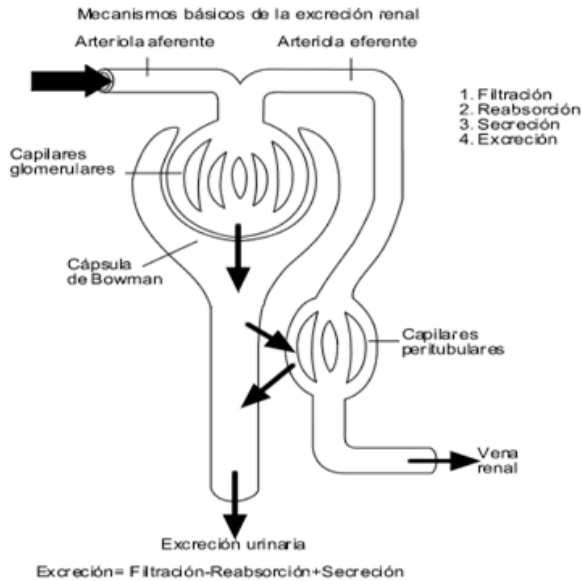
La formación de la Orina se lleva a cabo por los siguientes procesos:

- El Filtrado del Plasma, el cual atraviesa la Barrera Glomerular e ingresa al espacio tubular para transformarse líquido tubular. Este líquido tubular va a sufrir modificaciones al ingresar a la Porción tubular estos mecanismos son dos:
- La Secreción Tubular y la reabsorción tubular estos procesos van a realizarse en las distintas porciones del sistema tubular de la nefrona.

El proceso del líquido tubular o formación de la orina se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Excreción} = \text{Filtración} + \text{secreción} - \text{reabsorción}$$

Figura 8. Mecanismo de formación de la orina



Nota. Extraído de Análisis de orina. https://www.rednacionaldeveterinarias.com.uy/articulos/laboratorio/analisis_de_orina.pdf

Estos tres mecanismos se utilizan de forma coordinada para filtrar el plasma sanguíneo y formar orina. El proceso se lleva a cabo de la siguiente manera:

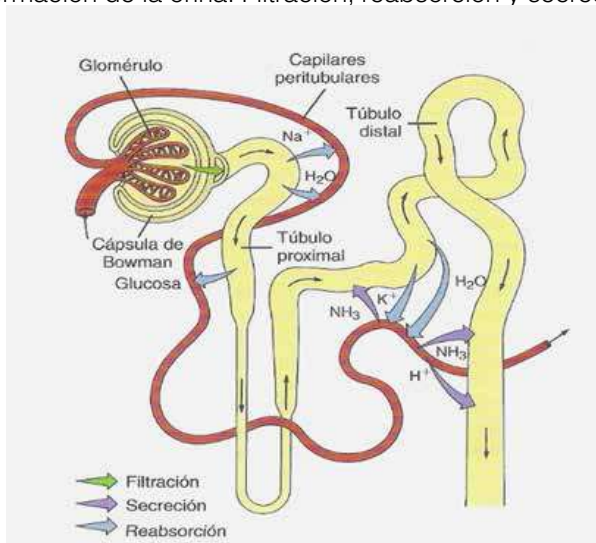
Primero un gradiente de presión hidrostática conduce la filtración de la mayor parte del plasma hacia la nefrona. Dado que el filtrado contiene materiales que el organismo debe ahorrar, las paredes de los túbulos comienzan a reabsorber de nuevo hacia la sangre. A medida que el filtrado (orina) comienza a salir de la nefrona, el riñón realiza una filtración de otras sustancias hacia la orina para su excreción. Por último, realiza una reabsorción de sustancias que “no deben ser eliminada” antes de que el filtrado alcance el final del túbulo y se convierta en orina. Este mecanismo permite ajustes muy finos en la homeostasis sanguínea (17).

La filtración

El término “filtración” se refiere al proceso de separar sustancias haciéndolas pasar a través de un medio que retiene ciertas partículas y deja pasar otras.

El proceso de formación del filtrado ocurre cuando el plasma sanguíneo pasa desde el capilar del glomérulo al interior de la cápsula de Bowman. Este pasaje está fuertemente influenciado por la presión de la sangre en los capilares glomerulares, que son permeables. La presión permanece alta debido a que la arteriola eferente tiene un calibre más pequeño que la arteriola aferente. La composición del filtrado glomerular es sorprendentemente similar a la del plasma, excluyendo las células sanguíneas y las proteínas (Ver Figura 9).

Figura 9. Formación de la orina. Filtración, reabsorción y secreción



Nota. Extraído de El papel de la Farmacocinética en la Enfermedad Renal.
http://www.ub.edu/farmacipractica/sites/default/files/dra_helena_colom.pdf

A medida que el filtrado se mueve a través de los túbulos, consta de numerosas moléculas pequeñas que incluyen agua, glucosa, urea, aminoácidos y sales minerales. La eliminación directa de este filtrado resultaría devastadora para el organismo, ya que provocaría la pérdida de una cantidad importante de agua y nutrientes. Por lo tanto, la mayoría de la glucosa, aminoácidos, vitaminas y sales deben reabsorberse y devolverse al torrente sanguíneo para evitar dicha pérdida (17).

Debido a su gran tamaño y carga negativa, la albúmina, la proteína plasmática primaria y portadora de compuestos y medicamentos hidrofóbicos, no puede cruzar la barrera. Por lo tanto, es típico que un análisis de orina completo no muestre albúmina o, como mucho, trazas mínimas de proteína. Este principio es especialmente importante en obstetricia, donde se aplica a complicaciones del embarazo como la eclampsia. A medida que aumenta la presión arterial, también aumenta la tasa de filtración. En circunstancias fisiológicas normales, los riñones filtran aproximadamente 180 litros diarios, el proceso de filtración que se produce desde el glomérulo hasta la cápsula de Bowman es similar al proceso de filtración desde otros capilares hacia el líquido intersticial, ya que se debe a la presencia de un gradiente de presión. El principal elemento que crea este gradiente de presión entre la sangre glomerular y el filtrado de la cápsula de Bowman es la presión hidrostática de la sangre glomerular, tiende a producir la filtración desde el plasma glomerular hacia las capsulas de Bowman.

La intensidad de la presión hidrostática glomerular depende de la presión arterial sistémica y de la resistencia al flujo de sangre a través de los capilares glomerulares. Sin embargo, las fuerzas que se ejercen en dirección opuesta son la presión osmótica del plasma sanguíneo glomerular y la presión hidrostática del filtrado capsular (14).

Por ello, la tasa neta de presión de filtrado efectiva (PFE) es igual a la presión hidrostática glomerular, menos la suma de la presión osmótica glomerular más la presión hidrostática capsular. Por ejemplo, si se tiene las siguientes presiones:

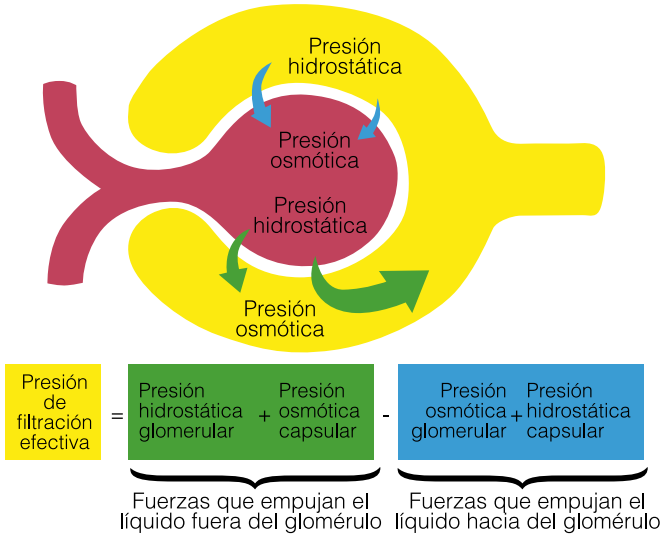
- Presión hidrostática glomerular = 60mmHg.
- Presión osmótica glomerular = 32mmHg.
- Presión hidrostática capsular = 18mmHg.
- Presión osmótica capsular = despreciable (± 0 mmHg).

La PFE (presión de filtrado efectiva), utilizando estos valores, sería igual a $(60+0) - (32+18)$, o 10 mmHg.

Según algunos investigadores (18), una presión de filtrado efectiva de 1mmHg da lugar a una tasa de filtración glomerular de 12,5 ml por minuto (incluyendo ambos riñones). Con una PFE de 10 mmHg, la tasa de filtración glomerular sería de 125,0 ml por minuto o unos 180 litros en un periodo de 24

horas, una tasa normal. (Ver Figura 10) Como cada día solo se excretan 1,5 litros de orina, más del 99% del filtrado se debe reabsorber de los segmentos tubulares de la nefrona.

Figura 10. Fuerza que influyen en la filtración



Nota. Extraído de UNSE. Formación de la Orina

La filtración se produce con más rapidez en el glomérulo que en otros capilares tisulares. Una explicación para ello es la diferencia estructural que existe entre el endotelio del glomérulo y de otros capilares tisulares. El glomerular posee múltiples poros (fenestraciones), que lo hacen mucho más permeables. Otra razón de que la filtración glomerular sea más rápida que la filtración capilar es que la presión hidrostática glomerular es mayor que la presión capilar tisular. Esto se debe, grosso modo, a que la arteriola eferente tiene menor diámetro que la aferente, por lo que se ofrece una mayor resistencia a la salida de la sangre del glomérulo que la que ofrecen las vénulas en los capilares tisulares. La tasa de filtración glomerular (TFG) es directamente proporcional a la presión de filtración efectiva (PFE) y puede verse alterada en los cambios en el diámetro de las arteriolas aferente y eferente o por cambios en la presión sistémica.

También se puede afectar a de forma indirecta por cambios en la eficiencia de la contracción cardíaca. Por ejemplo, el estrés estimula la respuesta adrenérgica, lo que hace que se contraigan las dos arteriolas, haciéndolo mu-

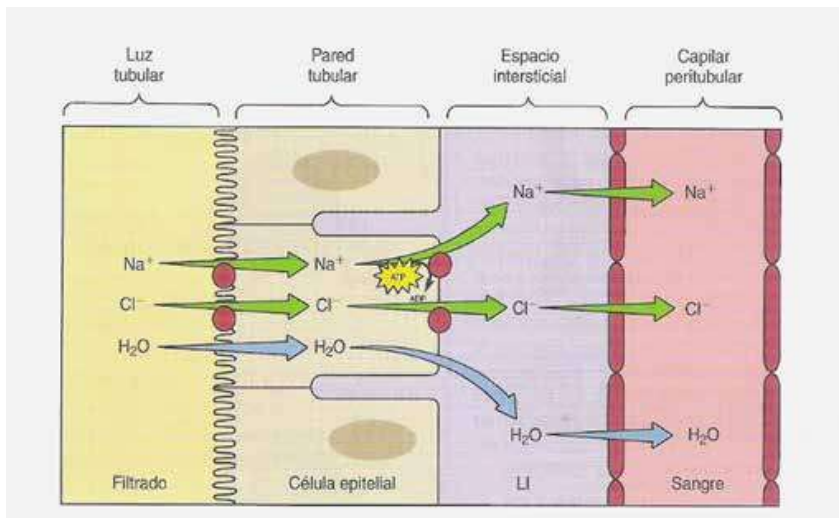
cho más la aferente que la eferente, con lo que desciende la presión hidrostática. En situaciones de estrés grave, puede descender a niveles tales que la PFE sea igual a 0, con lo que cesa la filtración glomerular. Los riñones «fallan» en su función, o en el lenguaje técnico, se produce supresión renal.

La presión hidrostática glomerular y la filtración también se relacionan directamente con la presión sanguínea sistémica. Así, un descenso de la presión sistémica implica un descenso de la presión glomerular y de la tasa de filtración, y viceversa. De todas formas, la presión arterial aumenta, la presión glomerular no aumenta tanto porque la arteriola aferente se contrae, lo que previene un brusco aumento de la presión glomerular o filtración. Por ejemplo, si se duplica la presión arterial media, el filtrado glomerular solo aumenta en un 15-20%.

Reabsorción tubular

La reabsorción, es el segundo paso de la formación de la orina, tiene lugar por mecanismos de trasportes activos y pasivos en cualquier lugar de los tubos renales. La mayor parte del agua y de los electrolitos y (generalmente) de los nutrientes es reabsorbida en los tubos proximales. El resto del túbulo reabsorbe comparativamente mucho menos.

Figura 11. Mecanismo de reabsorción tubular



Nota. Extraído de UNSE. Formación de la Orina

A medida que la sangre se filtra a través del glomérulo, también se filtran las sustancias disueltas y la mayor parte del agua. Sin embargo, estas sustancias no se pierden para siempre, en cambio, se reabsorben y luego pasan a través de los capilares peritubulares para volver a ingresar al torrente sanguíneo. Estos capilares eventualmente convergen en la vena renal, que sale del riñón y transporta sangre que ahora está libre de cualquier material de desecho. El líquido que queda en el tubo colector es una solución altamente concentrada de urea y otras sustancias de desecho que no fueron reabsorbidas y que eventualmente se convertirá en orina.

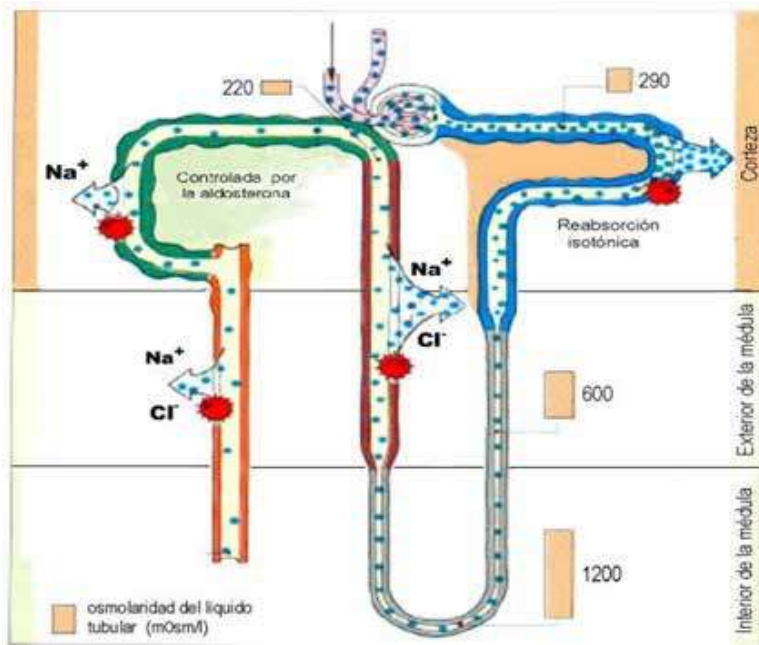
Aproximadamente del 65 al 70% del filtrado glomerular se reabsorbe en el túbulo proximal. Esto es posible gracias a la absorción activa de sodio, que a su vez absorbe agua de forma pasiva. Además, en este segmento se reabsorbe una cantidad considerable de bicarbonato, glucosa y aminoácidos que son filtrados por el glomérulo.

El intersticio medular que se vuelve más concentrado a medida que se acerca a la papila renal es creado por el asa de Henle debido a sus distintos atributos. En este segmento se reabsorbe aproximadamente una cuarta parte del cloruro de sodio y el quince por ciento del agua que se filtra de tal forma que el contenido tubular a la salida de este segmento es hipoosmótico respecto al plasma (contiene menos concentración de solutos).

Finalmente, en el túbulo distal, además de secretarse potasio e hidrogeniones (estos últimos contribuyen a la acidificación de la orina), se reabsorben fracciones variables del 10% de sodio y 15% de agua restantes del filtrado glomerular.

El riñón filtra unos 120 ml de plasma por minuto, mientras que, en ese tiempo, sólo se forma aproximadamente 1 ml de orina, lo que significa que 119 ml de agua con sustancias en disolución son reabsorbidos.

Aunque la cantidad de orina producida varía entre 500 y 2.300 ml diarios, sólo hay una oscilación inferior al 1% en el contenido de líquido del organismo. Si la capacidad de filtración disminuye por debajo del 20% aparecen los síntomas de la insuficiencia renal crónica, que puede desembocar en la muerte.

Figura 12. Filtración glomerular y reabsorción tubular

Nota. Extraído de UNSE. Formación de la Orina

La filtración glomerular y la reabsorción tubular están estrechamente controladas ya que de ellas dependen equilibrios homeostáticos muy importantes, como la presión sanguínea, el equilibrio hidroelectrolítico y el pH.

La reabsorción de agua en el túbulo contorneado distal y en el tubo colector depende de la hormona antidiurética (ADH) producida por la neurohipófisis.

Existe, como ya se ha dicho, un gradiente de potencial osmótico desde la corteza renal (300 mOsm/l) hasta la parte interna de la médula (1200 mOsm/l). En esas condiciones el agua sale de la rama descendente del asa de Henle y vuelve a entrar en la rama ascendente cuya porción gruesa es bastante permeable al agua. En esta parte del asa ascendente, además, son reabsorbidos activamente iones, principalmente Na^+ , K^+ y Cl^- , con lo que el filtrado se vuelve hiposmótico.

En ausencia de ADH las paredes de los túbulos distal y colector son impermeables eliminándose un gran volumen de orina muy diluida. En cambio, la presencia de ADH hace que se reabsorba rápidamente agua en estos túbulos con lo que se produce una orina concentrada.

La aldosterona producida por las glándulas suprarrenales también contribuye a la formación de orina concentrada: la aldosterona incrementa la reabsorción de Na^+ en el túbulo colector lo que provoca, en presencia de ADH, una mayor retención de agua.

Por otra parte, el sistema renina-angiotensina regula la presión arterial y la tasa de filtración glomerular, la renina es producida por las células Yuxtaglomerular que son un conjunto de células especializadas situadas al lado de la mácula densa en el contacto entre la porción final del asa de Henle y la arteriola aferente del glomérulo, las células de la mácula densa son sensibles a la concentración de NaCl en el líquido tubular una disminución del flujo de líquido y de la concentración de NaCl en el túbulo distal, a la altura de la mácula densa, hacen que las células yuxtaglomerular produzcan renina (19).

Esta hormona actúa sobre el Angiotensinógeno del plasma induciendo la formación de angiotensina II que produce los siguientes efectos: constriñe las arteriolas eferentes aumentando la presión en el glomérulo; induce la secreción de aldosterona en la cápsula suprarrenal; estimula la sensación de sed, y estimula la liberación de ADH por la hipófisis.

Debido a su importancia se ampliará el concepto:

Los túbulos proximales reabsorben los nutrientes desde el líquido tubular, sobre toda glucosa y aminoácidos, hasta la sangre peritubular mediante un tipo de transporte activo denominado cotransporte de sodio (20).

El sodio entra a la célula gracias al gradiente de concentración manteniendo por el transporte activo de sodio en el exterior del otro lado de la célula. La glucosa se mueve en realidad en contra de su gradiente de la concentración, pero no se requiere energía, ya que esta «subida en los faldones» del sodio.

Una vez en el interior de la célula, las sustancias se disocian de la molécula transportadora y difunden hasta el lado más lejano de la célula. Las sustancias salen posteriormente de la célula epitelial, y lo hacen por diferentes mecanismos.

El sodio es transportado activamente mientras que la glucosa lo es pasivamente. Por lo general, toda la glucosa que se ha filtrado por el glomérulo vuelve a la circulación general gracias a este mecanismo de cotransporte, con lo que se pierde muy poca glucosa en la orina (21).

De todas formas, si la concentración de la glucosa en la orina alcanza un determinado valor umbral (unos 150mg/100ml), no toda es reabsorbida y el exceso se elimina por la orina. La máxima capacidad de transporte de la glucosa dependerá del número de transportes disponibles. (Concepto que se relaciona con la Diabetes, importante en embarazadas diabéticas.)

Durante el proceso del metabolismo de las proteínas, se produce un producto de desecho que contiene nitrógeno conocido como urea. En las etapas iniciales, este proceso crea un compuesto tóxico llamado amonio, pero rápidamente cambia a una forma de urea menos dañina. La urea queda en el túbulo mientras se produce la reabsorción de sodio, cloro y agua. Una vez completado este proceso, el líquido tubular que queda es abundante en urea.

Debido a la mayor concentración de urea en el líquido tubular en comparación con el líquido peritubular, la urea puede difundir pasivamente hacia el torrente sanguíneo. Esto provoca la desaparición del 50% de la cantidad inicial de urea presente en el túbulo proximal.

En resumen, la reabsorción que ocurre en los túbulos proximales se puede describir de la siguiente manera:

1-El proceso de transporte activo de sodio desde los túbulos a la sangre es un paso crucial para mantener el funcionamiento corporal adecuado.

2-El sodio facilita el transporte de glucosa y aminoácidos a través de un mecanismo de cotransporte pasivo, lo que permite su transporte sin necesidad de energía adicional.

3-Debido a una discrepancia en la carga eléctrica, el paso de los iones de cloro al torrente sanguíneo se produce de forma pasiva. (el ion positivo de sodio ya se ha movido, lo que hace que el plasma se torne positivo y el líquido tubular negativo)

4-El movimiento del sodio y del cloro fuera del túbulo crea un desequilibrio osmótico (la sangre se torna hipertónica con respecto al filtrado), de manera pasiva desde el túbulo a la sangre por el principio de osmosis.

5-Casi la mitad de la urea que hay en el túbulo sale de este de manera pasiva, dejando la otra mitad en el asa de Henle.

6-El contenido total del filtrado ha quedado reducido en gran medida cuando llegan a los últimos tramos del túbulo proximal. La mayor parte del agua y de los solutos se ha reabsorbido a la sangre dejando que pase al asa de Henle solo un pequeño volumen de líquido.

Reabsorción en el asa de Henle

El mecanismo de contracorriente es un proceso de transporte especializado en las nefronas yuxtamedulares, que están situadas en la corteza muy cerca de la médula. Este mecanismo involucra el asa de Henle y los vasos rectos que lo acompañan.

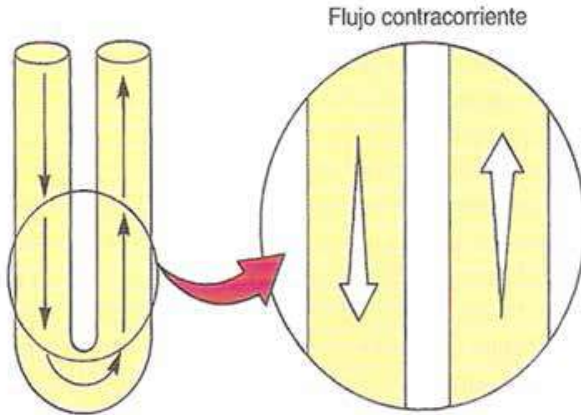
Cuando dos paredes paralelas facilitan el movimiento de fluidos en direcciones opuestas, la estructura resultante se denomina estructura a contracorriente. El bucle de Henle es un excelente ejemplo de una estructura a contracorriente, ya que el contenido de su bucle descendente viaja en dirección opuesta al bucle ascendente, de manera similar, los vasos rectos también exhiben una estructura a contracorriente donde la sangre arterial fluye hacia la médula en dirección descendente y hacia la corteza en dirección ascendente. Estos mecanismos de contracorriente en el sistema renal son responsables de mantener una concentración notablemente alta de solutos a nivel espinal.

La rama descendente está formada por una pared mucho más delgada que la parte gruesa de la rama ascendente, más importante aún, la permeabilidad y la capacidad de transporte de ambas paredes son muy diferentes. La delgada pared de la rama descendente permite la libre difusión de agua y la urea hacia fuera y hacia dentro del túbulo, dependiendo de sus gradientes de concentración. La gruesa pared ascendente permite mucho menos la libre difusión de dichas moléculas (que incluyen agua, sodio, cloro, y urea), mientras que permite el transporte activo hacia el espacio intersticial.

En la figura 13 se observa la rama ascendente como está sacando de manera activa sodio hacia el espacio intersticial, de manera parecida a como lo hace el túbulo proximal. Lógicamente, los iones de sodio y cloro deberían difundir de nuevo al túbulo para alcanzar el equilibrio. Pero el asa ascendente no lo permite y los «atrapa» en el espacio intersticial. En circunstancias normales, también se debería salir agua del túbulo hacia el espacio intersticial para alcanzar el equilibrio osmótico, pero la pared de la rama ascendente es casi impermeable al agua. En resumen, se sacan de manera activa iones al espacio intersticial y no se permite la salida de agua por osmosis para intentar equilibrarlo, con lo que el líquido del túbulo alcanza una baja concentración

de solutos (o presión osmótica baja), en tanto en el líquido intersticial alcanza una alta concentración de solutos (presión osmótica alta) (22).

Figura 13. Flujo contracorriente



Nota. Elaboración propia

Las bombas de iones en la rama ascendente son capaces de mantener una diferencia osmótica de 200mOsm a lo largo de la pared del túbulo, el movimiento de la sal fuera del túbulo en cualquier nivel horizontal crea una diferencia de 200mOsm entre el líquido tubular y el intersticial. Debido a que la sal está constantemente saliendo hacia el líquido intersticial, este se contrae mucho (hasta 1.200mOsm en este modelo). Esta elevada concentración de solutos del líquido intersticial de la región medular se crea y se mantiene por el bombeo constante de sal por la rama ascendente. Por esta razón, este proceso recibe a menudo el nombre de mecanismo multiplicador contracorriente (23).

Se observa del mismo modo que el líquido tubular en la rama descendente se equilibra fácilmente con el líquido intersticial, Dado que este último tiene una elevada concentración de solutos (creadas por las bombas de iones en la rama ascendente), el líquido de la rama descendente pierde agua de forma osmótica, con lo que la concentración de solutos del líquido tubular se incrementa considerablemente.

La urea, soluto que también existe en una elevada concentración en la medula renal, difunde al líquido tubular en la rama descendente incremen-

tando aún más la concentración de solutos del líquido tubular. Sin embargo, a medida que el líquido «rodea la curva» y empieza a moverse en la porción gruesa de la rama ascendente, sus iones Na^+ y Cl^- son eliminados y su concentración de solutos se hace cada vez menor.

Cuando el líquido tubular entra en el asa de Henle, tiene alrededor de 300mOsm (isotónico con la mayoría de los líquidos corporales); cuando la abandona, tiene cerca de 100mOsm (hipotónico con los líquidos corporales). Debido a que el agua se reabsorbe desde el líquido de la rama descendente, hay una reducción neta del volumen del líquido tubular, pero como la urea entra al líquido tubular en la rama descendente, se produce un incremento neto en su concentración en el líquido tubular.

Se podría pensar que la sangre de los vasos rectos (una parte de la red de capilares peritubulares) sería capaz de eliminar el exceso de solutos que existe en el líquido intersticial medular a medida que lo atraviesa, ya sí sería, pero los vasos rectos tienen su propio mecanismo de contracorriente. Hay que tener en cuenta que el flujo sanguíneo a través de los vasos rectos es lento; no es capaz de eliminar nada con eficacia, elimina justo los solutos suficientes para que la medula no cristalice completamente por la elevada concentración de los mismos. De ahí que los tejidos medulares cuenten con el beneficio de un aporte sanguíneo sin que se produzca una pérdida excesiva de su alta concentración de solutos (23).

Las principales funciones del asa Henle se resumen a continuación:

- a. El asa Henle reabsorbe agua del
- b. líquido tubular (y coge urea del líquido intersticial) en su rama descendente. Reabsorbe cloro y sodio líquido tubular en la rama ascendente.
- c. Reabsorbiendo sal de su rama ascendente, diluye el líquido tubular (lo hace más hipotónico)
- d. La reabsorción de sal en la rama ascendente también crea y mantiene una elevada presión osmótica, o una alta concentración de solutos, del líquido intersticial de la medula.

Secreción tubular

Así como existe la capacidad de reabsorber sustancias, el túbulo renal también es capaz de secretar otras, como iones que se encuentran en exceso (creatinina, Na^+), o de ciertas sustancias químicas, como la penicilina, pasan-

do desde el torrente sanguíneo a la luz tubular. La secreción tubular libera al cuerpo de ciertos materiales y controla el pH sanguíneo.

La secreción tubular significa la salida de sustancias fuera de la sangre hacia el líquido tubular. Recuerde que la rama descendiente del asa de Henle elimina urea por medio de la difusión.

Los túbulos distal y colector secretan potasio, hidrogeno e iones de amonio. Transportan activamente iones de potasio (K^+) o iones hidrogeno (H^+) desde la sangre hasta el líquido tubular, intercambiándolos por iones sodio (Na^+), que difunden de nuevo hacia la sangre.

La secreción de potasio aumenta cuando se incrementa la concentración de aldosterona en sangre. La aldosterona, es una hormona de la corteza adrenal, actúa sobre las células de los túbulos distal y colector y aumenta su actividad de bombeo de sodio-potasio, que extrae sodio del túbulo e introduce potasio en el mismo. La secreción de iones hidrogeno se incrementa cuando aumenta la concentración de los mismos en sangre. Los iones amonio se secretan en el líquido tubular mediante difusión fuera de las células tubulares, donde son sintetizadas (23).

Regulación del volumen urinario

La función principal de la ADH es la regulación del volumen urinario. Esta regulación implica el control de la concentración de solutos en la orina, lo que en última instancia afecta el volumen urinario. Si el agua no se reabsorbe a través de los túbulos distal y colector, el volumen de orina producido será elevado, lo que provocará una pérdida significativa de agua del cuerpo. Sin embargo, cuando la ADH está presente y activa, el agua se reabsorbe, lo que lleva a una reducción en el volumen total de orina producida por el cuerpo. Por lo tanto, la ADH desempeña un papel crucial en la reducción de la pérdida de agua del cuerpo.

La corteza suprarrenal secreta aldosterona, que es otra hormona que tiene el efecto de reducir el volumen urinario y retener agua en el cuerpo. Al aumentar la absorción de sodio en el túbulo distal y colector, la aldosterona provoca un desequilibrio osmótico que da como resultado la reabsorción de agua del túbulo, dado que la reabsorción de agua en las porciones de los túbulos distal y colector requiere la presencia de la ADH, el mecanismo de la aldosterona ha de trabajar de acuerdo con el de la ADH si se debe mantener la homeostasia del contenido líquido del organismo.

Existe otra hormona específica, la hormona auricular Natriurético (ANH), que también influye a la reabsorción de agua en el riñón.

La ANH es secretada por fibras musculares especializadas en la pared auricular del corazón. Su nombre deriva de la función: la ANH favorece a la natriuresis (perdida del Na⁺ por vía urinaria). La ANH actúa indirectamente como la antagonista de la aldosterona, favoreciendo la secreción de sodio en los túbulos renales, más que su reabsorción. Con ello la ANH reduce la concentración de Na⁺ del plasma y del líquido intersticial, lo que reduce a su vez la reabsorción del agua, actuando de manera opuesta a la aldosterona. La ANH también inhibe la secreción de aldosterona y se opone al mecanismo de aldosterona-ADH para reabsorber menos agua y así producir más orina. De hecho, la ANH inhibe el mecanismo de la ADH inhibiendo la conservación de agua por el organismo e incrementando el volumen de orina.

La orina

La orina es un líquido acuoso transparente y amarillento, de olor característico, secretado por los riñones y eliminado al exterior por el aparato urinario. La orina puede servir para determinar la presencia de algunas enfermedades del sistema renal.

Composición de la orina.

La orina se compone en un 95% de agua, en la que están disueltos varios tipos de sustancias; las más importantes son las siguientes:

- Desechos nitrogenados del catabolismo proteico, como urea (el soluto más abundante en la orina), ácido úrico, amoníaco y creatinina.
- Electrólitos, sobre todos los siguientes iones: sodio, potasio, amonio, cloro, bicarbonato, fosfato y sulfato. Los tipos y cantidades de los minerales varían con la dieta y otros factores.
- Toxinas, durante una enfermedad, las toxinas bacterianas se eliminan en la orina. Una de las razones para «forzar la hidratación» de los pacientes que presentan enfermedades infecciosas es la de diluir las toxinas que podría dañar las células renales si se eliminasen de una forma muy concentrada.
- Pigmentos, sobre todo, urocromos, pigmentos amarillentos derivados de los productos de la rotura de los viejos hematíes en el hígado y

en otros lugares. Diversos alimentos y fármacos pueden contener o ser convertidos en pigmentos que son aclarados de plasma por los riñones, apareciendo por tanto en la orina.

- Hormonas, un alto nivel de hormonas implica muchas veces la abundancia de dichas hormonas en el filtrado (y por tanto en la orina).
- Constituyentes anormales, como azúcar, sangre, albúmina (una proteína del plasma), cilindros (como materiales de desechos, p. ej., moco que se produce en los diferentes pasajes urinarios y se excreta en la orina) o cálculos (pequeñas piedrecitas) (24).

Contenido Anormal de la orina

- Glucosuria: es la presencia de glucosa en la orina y aparece sobre todo en la diabetes mellitus.
- Hematuria: es la presencia de sangre en la orina, y deben descartarse, entre otras cosas: infección urinaria, litiasis urinaria, glomerulonefritis, neoplasia (cáncer de vejiga, uréter, riñón, próstata).
- Bacteriuria: es la presencia de bacterias en la orina.
- Piuria: es la presencia de Píocitos (Leucocitos Polimorfonucleares Neutrófilos) formadores de pus en la orina.
- Proteinuria: es la presencia de proteínas en la orina, como suele observarse en: glomerulonefritis, infección urinaria, intoxicaciones, diabetes y otras.

Recolección y examen físico de la orina

La calidad de los resultados de un laboratorio es directamente proporcional a la calidad de la muestra que se analiza. Por este motivo, la fiabilidad de los resultados sólo puede garantizarse si se proporciona una muestra adecuada. Los análisis de orina son particularmente susceptibles a esta circunstancia. Por lo tanto, es fundamental que tanto el médico como el paciente comprendan los factores que pueden afectar la muestra de orina y que el laboratorio clínico manipule, procese e informe la muestra correctamente. Para obtener una comprensión más clara de este capítulo, se utilizarán contribuciones de Delgado, Rojas y Carmona (6) así como los realizados por Fernández, Di Chiazza, Veyretou, y González (5).

UROANALISIS

1ª Edición

Capítulo

III

*Sistema renal
formacion de la orina*



Recogida de la orina

Después de que un médico haya solicitado una prueba a un laboratorio clínico, el paciente es responsable de obtener un recipiente adecuado para la muestra. Esto se puede hacer obteniendo el envase en la farmacia o solicitándolo al laboratorio. El médico debe dar instrucciones específicas, particularmente respecto a la suspensión de ciertos medicamentos o retrasar el inicio de antibióticos u otros medicamentos que potencialmente podrían interferir con la prueba. Si el laboratorio clínico proporciona el recipiente, debe proporcionar instrucciones detalladas sobre cómo obtener la mejor muestra de orina, idealmente incluyendo instrucciones escritas que el paciente debe seguir.

El proceso recomendado para adquirir una muestra de orina consiste en recolectarla de la fase media de la micción utilizando un receptáculo adecuado. El laboratorio responsable de analizar la muestra determina si la misma fue recolectada adecuadamente y si el recipiente utilizado es aceptable. La técnica elegida para la recogida de la orina será elección del paciente y de los parámetros buscados, pero independientemente del tipo de técnica será muy importante la higiene de los genitales, por lo cual habrá que lavarse bien la zona con agua y jabón y aclarar con abundante agua, evitando así una posible contaminación de la muestra.

Toma de muestra en mujeres

- Lávese las manos con agua y jabón durante 30 segundos. Abra el paquete que contiene las toallitas desechables y póngalas en un lugar limpio y seco, cercano a usted. (Ver figura 14)
- Destape el frasco para recoger la muestra y coloque la tapa con el lado plano hacia abajo. No toque el interior del recipiente o de la tapa.
- Siéntese en el inodoro, lo más hacia atrás que pueda. Separe los labios vaginales con una mano, y mantenga los pliegues separados.
- Usando las toallitas, limpie bien la zona entre los labios y alrededor de la uretra, vaya de adelante hacia atrás. Use una toallita nueva en cada pase.
- Orine una pequeña cantidad de líquido en el inodoro. Después de pasar 1 o 2 segundos, coloque el frasco debajo del flujo urinario y recoja aproximadamente 1 onza de orina (30 ml) en el recipiente. No deje que el frasco toque la piel en ningún momento de tal manera que

las reacciones que puedan detectarse en el estudio se lleve a cabo en este tiempo.

Figura 14. Recolección de orina en mujeres



Nota. Extraído de Clínica SOMER. <https://www.clinicasomer.com/blog/preparaciones-2/citoquimico-de-orina-y-o-urocultivo-59>

Toma de muestra en hombres

- Lávese las manos con agua y jabón durante 30 segundos. Abra el paquete que contiene las toallitas desechables y póngalas en un lugar limpio y seco, cercano a usted.
- Destape el frasco para recoger la muestra y coloque la tapa con el lado plano hacia abajo y no toque el interior del recipiente o de la tapa. (Ver Figura 15)
- Prepárese para orinar (si no está circuncidado, deslice el prepucio hacia atrás). Usando una toallita, limpie la cabeza del pene empujando por la abertura uretral y continúe en dirección a usted, como muestra la figura. Cuando termine, bote la toallita usada.
- Orine una pequeña cantidad de líquido en el inodoro. Después de pasar 1 o 2 segundos, recoja aproximadamente 1 onza de orina (30 ml) en el recipiente.

En los niños pequeños que no controlan sus esfínteres la orina será recogida en bolsas de polietileno flexible, estas bolsas se adhieren a los genitales externos de los niños y se dejará el tiempo necesario.

Existen unas condiciones especiales en algunos pacientes en los cuales no se puede recoger la orina de manera normal. En estos casos habrá que seguir un tipo de técnicas especiales:

Figura 15. Recolección de orina en hombres

Nota. Extraído de Clínica SOMER. <https://www.clinicasomer.com/blog/preparaciones-2/citoquimico-de-orina-y-o-urocultivo-59>

- En el caso de una muestra de orina para realizar un urocultivo es muy importante la limpieza de los genitales para que no ocurra una contaminación de la muestra. Esta orina será recogida en un frasco estéril que se cerrará inmediatamente después de orinar en él.
- Cuando se trata de pacientes con una sonda vesical, la muestra de orina se recoge a través del grifo distal.
- Hay casos en los que el paciente no puede recoger su orina ya que no controlan sus esfínteres como ocurre en bebés o en algunos ancianos. Aquí se procederá a colocar un colector estéril alrededor del periné y retirar cuando haya orinado. Se trata de bolsas de polietileno flexible que se adhieren a los genitales externos.
- En los niños en los que no se puedan utilizar esas bolsas recolectoras se procederá a una punción suprapúbica para la recogida de la orina. Este tipo de recolección también es válido para los análisis de cultivos de anaerobios en la orina.
- En los adultos con problemas de incontinencia urinaria, la muestra puede ser recogida por medio de un sondaje uretral que, si se realiza con condiciones de asepsia, la muestra no será contaminada.
- Si lo que se quiere es obtener orina de uno de los dos riñones sola-

mente se podrá recoger mediante un sondaje ureteral a través de un catéter que atraviesa la uretra, la vagina y posteriormente pasará al uréter que se desee.

Figura 16. Muestra de envase para recolección de orina



Nota. Extraído de Características Físicas y Químicas de La Orina. <https://vsip.info/caracteristicas-fisicas-y-quimicas-de-la-orina-pdf-free.html>

En los adultos la orina será recogida en un recipiente de plástico estéril con tapón de rosca y con capacidad para unos 100 ml de orina.

Existe una técnica de recogida de orina llamada la “técnica de los tres vasos” donde se recogerá en tres recipientes distintos la orina de una misma micción. Esto se realiza cuando se desee averiguar la procedencia de algún elemento extraño que aparece en la orina.

Para ello:

- En el primer recipiente tendrá restos uretrales, vesicales, ureterales y renales.
- La segunda muestra y ano tendrá restos uretrales sino solamente restos vesicales, ureterales y renales.
- La tercera y última muestra se recoge después de un masaje prostático conteniendo por este motivo líquido prostático.

El momento de la recogida de la orina dependerá de la prueba que se quiera realizar, ya que, para los parámetros normales nos servirá una orina recogida en cualquier momento del día, siendo ideal siempre que se analice inmediatamente tras su recogida.

Pero, sin embargo, para el análisis del sedimento será conveniente que se recoja la primera orina de la mañana, por ser la más concentrada. Cuando lo que se busca es un parámetro que se elimina de forma irregular a lo largo del día, como ocurre con las hormonas, proteínas, se pedirá al paciente que recoja la orina de 24 horas.

Orina de 24 horas

Esta recogida de orina se utiliza cuando se quiere obtener la diuresis y cuantificar la presencia de metabolitos para los cuales es necesaria la orina de todo el día, ya que con una orina aislada no se obtendría un valor real.

- Técnica: se desecha la orina de la primera micción de la mañana. En las siguientes 24 horas se recogerán todas las micciones en un bote preparado para ello incluida la primera orina de la mañana siguiente.
- El paciente deberá ingerir la cantidad habitual de líquido y no consumir alcohol.
- El recipiente utilizado para estos casos es uno especial de plástico que ha de ser rígido, opaco y con un tapón de rosca. Su capacidad es de 2 litros.
- Durante la recogida de la orina de 24 horas, el recipiente deberá guardarse refrigerado para no alterar los resultados de las distintas pruebas y evitar el deterioro de la misma.
- La orina se empieza a deteriorar en muy poco tiempo, sufriendo alteraciones de color, pH, olor, cambios en la glucosuria que aparece disminuida... Por esta razón se recomienda guardarla en el frigorífico ya que no va a ser analizada de momento.
- Otra opción es el empleo de conservantes de la orina, que serán utilizados siempre en recipientes opacos para evitar que se destruya el urobilinógeno y la bilirrubina.

Transporte, almacenamiento y conservación de la orina

Para que los laboratorios clínicos garanticen resultados precisos, es imperativo que el estudio se realice dentro de las dos horas iniciales posteriores a la recolección de la muestra. Sin embargo, este requisito no siempre se cumple debido a diversas circunstancias fuera del alcance de este módulo,

particularmente en laboratorios de gran volumen. Las muestras a menudo se procesan fuera del plazo prescrito, lo que resulta en la destrucción de leucocitos y eritrocitos, proliferación bacteriana, degradación de la glucosa, aumento de los niveles de pH debido a la formación de amoníaco por la descomposición bacteriana de la urea y oxidación de la bilirrubina y el urobilinógeno, entre otros. asuntos. Estas situaciones pueden dar lugar a falsos positivos y falsos negativos, como se analiza a continuación, y a menudo requieren pruebas adicionales innecesarias.

Si no es posible realizar el estudio dentro de las dos horas iniciales, se puede optar por almacenar las muestras en un recipiente herméticamente cerrado y colocado en el refrigerador a una temperatura de 4°C.

Los conservantes suelen ser innecesarios para la mayoría de los elementos químicos analizados mediante tiras, siempre que el tubo se mantenga refrigerado y el examen se realice en un plazo inferior a 24 horas. Es un hecho bien conocido que proteínas específicas en la orina son inestables y pueden ser vulnerables a la degradación durante los análisis químicos cuantitativos. Sin embargo, el uso de conservantes puede ayudar a impedir este proceso.

Cuando se trata de analizar partículas, es imperativo que la muestra se mantenga refrigerada si no se va a examinar dentro de una hora. Sin embargo, es importante señalar que todavía puede producirse la precipitación de uratos y fosfatos. Además, si hay un retraso en el análisis de la muestra, las posibilidades de citólisis aumentan, particularmente si el nivel de PH es alcalino y hay una densidad relativa baja, incluso con refrigeración.

Las muestras que requieren investigación microbiológica deben ser examinadas en menos de dos horas, y si esto no es posible se deben refrigerar sin preservativos y examinadas en menos de 24 horas, y si esto tampoco es posible debe utilizarse ácido bórico como preservativo sólo o en combinación con algún medio estabilizador (formato de sodio disuelto en glicerol) y examinadas en menos de 48 horas.

Refrigeración (4 °C)

Si se prevén retrasos, las muestras deben ser siempre refrigeradas. En general, muchas de las sustancias para la determinación química cualitativa y cuantitativa, así como las células y los cilindros, se conservan mejor cuando la refrigeración va acompañada de un pH ácido (alrededor de 6) sin empleo de conservantes.

Congelación

Es útil para tratar partes alícuotas de la orina que se va a usar para pruebas químicas cuantitativas. La congelación puede ayudar a retrasar la pérdida de sustancias lábiles como el urobilinógeno, la bilirrubina y el porfobilinógeno, aunque no de forma total. Los pigmentos fotosensibles se conservan en recipientes de color oscuro. Las partes congeladas para pruebas químicas pueden ser enviadas en recipientes especiales en hielo seco. Al descongelarlas, presentan a veces una cierta turbidez que no desaparece, posiblemente proteínas coloidales, y puede dar lugar a problemas en los análisis.

Conservantes químicos

Los conservantes que se utilizan para las muestras de orina dependen de la sustancia que va a ser analizada y del método que se va a utilizar. En general, los conservantes actúan como agentes antibacterianos y antimicóticos.

- a. **Fluoruro sódico:** se utiliza para evitar la glucólisis producida por las células y las bacterias cuando se pretende determinar la glucosa en orina de 24 horas.
- b. **Timol:** El timol solo interfiere en la determinación de proteínas por precipitación en medio ácido.
- c. **Formol:** Bastan 1 o 2 gotas de solución al 10 % por 25 ml de orina. En exceso va a dificultar la determinación de proteínas y glucosa en orina.
- d. **Cloroformo:** Dificulta la determinación de glucosa y el examen del sedimento urinario. No es muy recomendable. Se utiliza solamente para la determinación de la aldosterona.
- e. **Ácido bórico:** Dificulta la determinación de glucosa y precipita los cristales de ácido úrico.
- f. **Formaldehído:** Se utiliza una solución de formalina al 37% y conserva bien los elementos formes por lo que está indicado para el estudio del sedimento urinario, aunque interfiere en la determinación de la glucosa.
- g. **Tabletas:** comerciales: Se utilizan para el transporte de orina conservando bien los elementos formes, la glucosa y otros componentes. Puede interferir en la determinación de iones, hormonas y en la densidad.

- h. **Acidificación:** Un pH 3>
- i. **Alcalinización:** Para la determinación de porfirinas, urobilinógeno, y ácido deltaaminolevúlico en orina de 24 horas se ajusta el pH, si es necesario, a 6 o 7 con carbonato sódico.

Muestras aceptables

Todas las muestras que entran al laboratorio ya sean de orina o de cualquier otro fluido humano, deberán de cumplir una serie de normas y requisitos.

Los requisitos para que sea aceptada una muestra de orina son los siguientes:

- Deberá venir correctamente etiquetada, con los datos del paciente, su número de historia, la hora a la que ha sido recogida.
- Llevar un envase correcto y una cantidad de muestra adecuada, sin que se aprecien daño ni rotura del envase.
- Carecer de signos visibles de contaminación.
- En cualquier caso, será el laboratorio el que tenga la capacidad de anular una muestra si no la considera adecuada.

Características físicas de la orina

Aspecto físico

Dentro de los diferentes aspectos físicos de la orina, el laboratorio clínico debe evaluar el volumen (cuando se analiza orina de 24 horas), el aspecto, el color y el olor (antiguamente se evaluaba también el sabor probando la orina).

Turbidez

La orina normal es completamente transparente, aunque debido a la presencia de sales y cristales puede adoptar un aspecto algo turbio, sobre todo si la orina es concentrada y ha permanecido algún tiempo en reposo, que se eliminará agitándola, estas sales y cristales normales en la orina son: ácido úrico, fosfatos, uratos, carbonatos y oxalatos. En la orina normal también es normal encontrar hilos de mocos de las vías urinarias.

Si la turbidez aparece en la orina recién emitida será por alguna de las siguientes causas:

- Presencia elevada de bacterias u hongos.
- Presencia de una cantidad importante de leucocitos o hematíes.

Volumen

Los valores medios de orina producida al día van desde 850ml hasta 2 litros, siendo la cantidad media de unos 1500 ml de orina al día. En los niños esta cantidad es algo inferior.

Existe un mínimo de orina obligatorio de excreción que se encuentra entre los 400 a los 500 cc³ al día, aunque exista ayuno de líquidos. Los valores están directamente relacionados con el balance hídrico del paciente. Este balance hídrico se mide mediante el aporte de líquidos al que le se le debe restar la eliminación de líquidos:

Balance hídrico= aporte de líquidos – eliminación de líquidos

Se considera el aporte de líquidos todos los que entran al organismo ya sean bebidos, por vía oral; y, la eliminación de líquidos, todos los que se pierden por orina, vómitos, sudor. El balance hídrico, para que se considere normal, ha de ser nulo ya que se debe eliminar la misma cantidad de líquidos que se ingiere.

Se puede encontrar ante alteraciones de la producción de orina, entre las que cabe destacar:

- **Poliuria:** si un paciente presenta una emisión superior a los 2 litros de orina diarios. Es un síntoma muy frecuente de la diabetes, aunque se da en otros muchos casos.
- **Polaquiuria:** es un número mayor de micciones al día, pero con un volumen total de orina emitida dentro de los valores normales. Es muy frecuente que se de en las infecciones urinarias.
- **Oliguria:** cuando la excreción de orina está por debajo de los 300 ml al día.
- **Anuria:** en este caso hay una ausencia total del volumen de orina. Esta situación es muy rara y puede darse por la obstrucción bilateral uretral.

En los dos últimos casos (oliguria y anuria) lo primero que se debe hacer es sondar al paciente para ver si se trata de una retención urinaria. Si no se debe a una retención puede deberse a alteraciones graves.

Las alteraciones en el volumen de orina pueden ser causadas por:

- Inadecuada perfusión renal
- Obstrucción urinaria
- Insuficiencia renal aguda.

Existe una importante alteración del volumen urinario en las siguientes circunstancias:

- En casos de diuresis osmótica como en la Diabetes Mellitus
- En la insuficiencia renal crónica
- En la recuperación de una insuficiencia renal
- Diabetes insípida
- Alteraciones hidroelectrolíticas (hipercalcemias, y pérdida de potasio)
- Defectos tubulares congénitos

Olor

La orina posee un olor característico que se describe como sui géneris producido por la presencia de amonio, que será más intenso si la orina está concentrada. Este olor puede verse causado por múltiples causas. Puede tener un olor amoniacal por la degradación de la urea que producen los microorganismos en las infecciones. Aunque este olor producido por la degradación de la urea puede ser también un signo de contaminación. En determinadas enfermedades la orina puede variar su olor:

- **Inodora:** puede carecer de olor solamente en la insuficiencia renal aguda.
- **Jarabe de arce:** este olor aparece en la enfermedad conocida como “enfermedad de la orina con olor a jarabe de arce”.
- **Ratones:** es un olor característico de la fenilcatonuria.

Color

La orina normal tiene un color ámbar (amarillo claro) característico. El color de la orina depende de los urocromos que normalmente se encuentran allí presentes como porfirinas, bilirrubina y uroeritrina. Es importante aclarar que un color diferente al normal no necesariamente indica enfermedad.

El color va desde el amarillo claro hasta el amarillo oscuro en función de su concentración. Cuando la orina está muy concentrada el color se oscurece, mientras que será más claro cuando está menos concentrada como consecuencia del exceso de agua.

Es clara cuando se encuentra recién emitida y puede hacerse turbia por la formación de depósitos de fosfatos, oxalatos o uratos. El color de la orina puede ser clave para identificar una enfermedad más rápidamente, pero además hay una serie de signos que nos pueden revelar muchos datos como son alguno de los siguientes:

- **Espuma:** sugiere la presencia de proteinuria.
- **Pus:** se denomina piuria.
- **Orina lechosa:** donde hay presencia de gran cantidad de grasa. Puede ser debido a una concentración elevada de colesterol y triglicéridos por un síndrome nefrótico o fractura ósea, denominándose lipiduria, es decir, concentración de lípidos en orina.
- **Linfa:** la presencia de linfa en la orina es muy extraña de encontrarla y se denomina quiluria.

Hay gran variedad de colores que puede presentar la orina como consecuencia de múltiples enfermedades, o también pueden ser un hallazgo importante, pero sin importancia clínica.

Entre ellos se encuentra:

Púrpura

Es un color muy raro que puede darse cuando se da una alcalinización de la orina por una infección urinaria causada por bacterias.

Verde

Puede darse por la ingesta de algunos fármacos. La ingesta de espárragos dará lugar a una orina verdosa, así como los colorantes artificiales como el azul de metileno. En ocasiones, bacterias como *Pseudomonas*, que afectan a las vías urinarias, agregan un color azul a la orina. En la ictericia obstructiva, la orina puede adquirir tonos verdes.

Roja o rosada

En general es un signo de hematuria, ya sea más o menos intensa. Una sola gota de sangre puede colorear un litro de orina. También puede verse la orina de color rosado por medicamentos o alimentos como ocurre después de la ingesta de remolacha. Si la coloración es rojo púrpura será debida a la porfiria.

Para detectar de donde proviene la hematuria se realizará la técnica de los tres vasos, explicada anteriormente. Siempre habrá que descartar que la sangre provenga de la menstruación.

Parda

Debido a la presencia de abundante bilirrubina directa. También puede ser debido a una hematuria intensa donde la hemoglobina ya se ha degradado en otros pigmentos. Pardo-naranja o rojo-naranja. Se debe a la presencia de urobilina.

Azul

Generalmente es causado por la ingesta de drogas y colorantes como el azul de metileno. Existe una enfermedad metabólica llamada síndrome del pañal azul que se da en recién nacidos donde aparece la orina de este color.

Negro

Puede deberse a varios motivos, a la presencia de metahemoglobina o a la presencia de melanina en la orina. Aparece en trastornos metabólicos congénitos, como en los enfermos de alcaptonuria que es una enfermedad del metabolismo de la tirosina.

Densidad

La densidad generalmente se obtiene mediante las tiras reactivas, aunque la medición con el densímetro (examen físico) es un método más exacto. Indica la cantidad relativa de solutos que contiene un volumen definido de orina.

El 70% a 80% de estos solutos corresponde a la urea. El rango del valor normal en pediatría es muy amplio: 1.003 g/l a 1.030 g/l. Los valores inferiores corresponden a los recién nacidos y lactantes, que generalmente oscilan entre 1.005 g/l a 1.010 g/l y para los niños mayores de 1.010 g/l a 1.025 g/l. Los valores \geq 1.023 indican una capacidad de concentración urinaria normal.

Los valores \leq 1.005 g/l corresponden a hipostenuria, que puede producirse por una alteración de los mecanismos de concentración tubular o tubulointersticial, como ocurre en la pielonefritis, en las nefritis tubulointersticiales, tubulopatías, diabetes insípida nefrogénica o en la insuficiencia renal; otra situación corresponde a la respuesta que ofrece el riñón cuando tiene la capacidad de concentración urinaria normal y existe sobrecarga hídrica; en este caso, existe poliuria e hipostenuria (ingesta abundante de jugos diluidos, potomanía o intoxicación hídrica). Por último, cuando existe deficiencia de la hormona antidiurética, el volumen urinario supera los 3.000 ml/día y la densidad urinaria es cercana a 1.000 g/l (diabetes insípida central).

El valor \geq 1.025 g/l, como se observa normalmente en la primera orina del día, corresponde a una concentración urinaria adecuada a la restricción de la ingesta de líquidos que ocurre durante las horas del sueño. En las patologías que cursan con hipovolemia, si el túbulo conserva su capacidad de concentración, el riñón responde aumentando la densidad urinaria y disminuyendo la diuresis.

Hay determinadas sustancias que aumentan la densidad urinaria independientemente de la capacidad de concentración renal. Algunas de ellas son: glucosa, manitol, medios de contraste y la proteinuria masiva.

La densidad de la orina se toma con un aparato denominado urinómetro. Al introducir la orina en el urinómetro, un flotador nos indicará la densidad de la muestra. Esta prueba se realiza normalmente a 15° C que será la temperatura a la que se encuentre la muestra. Si esta temperatura es otra habrá que realizar una corrección que consiste en añadir o quitar 0'0001 a la cantidad obtenida por cada 3° C de diferencia que aparezcan con la muestra.

También se utiliza para medir la densidad de la orina las tiras reactivas. La densidad es una prueba que se utiliza para el monitoreo de pacientes con diversas enfermedades y ver el seguimiento al tratamiento.

Es muy utilizada para el tratamiento de pacientes con riesgo de litiasis de las vías urinarias y para monitorizar la ingesta de líquidos. Existen falsos positivos en orinas con gran cantidad de proteínas y falsos negativos en las orinas alcalinas. El daño renal severo puede ser indicado cuando se encontré con una orina con la densidad fija baja, aproximadamente con valores de 1010. Existe una densidad baja en la diabetes insípida, glomerulonefritis, pielonefritis. Se puede encontrar una densidad alta en la diabetes mellitus, insuficiencia adrenal, enfermedades hepáticas y daño cardíaco congestivo. Se eleva cuando hay una pérdida excesiva de agua.

Figura 17. Urinómetro



Nota. Elaboración propia

Osmolalidad

En adultos jóvenes varía de 50 a 1300 mOsmol/kg, siendo los valores normales de 500-850 mOsmol/kg. Cuando el agua libre es excretada, la osmolalidad de la orina es menor que la del plasma.



UROANALISIS

1^{ra} Edición

Capítulo

IV

Análisis químico de la orina



Para el desarrollo de este capítulo se traen al lector las contribuciones realizadas por Strasinger y Di Lorenzo (25); así como las realizadas por Salabarría y Santana (26). Según estos autores, el análisis de muestras de orina proporciona una gran cantidad de información cuando se realiza con la metodología adecuada. Normalmente, estas pruebas utilizan tiras reactivas para detectar y medir diversos parámetros bioquímicos. Esta prueba estrecha es capaz de proporcionar un análisis más profundo y detallado de las muestras de orina.

La tira de celulosa cargada de productos químicos es capaz de proporcionar resultados en cuestión de minutos. Con una colección de pequeños bloques adjuntos, cada uno de los cuales contiene un reactivo específico, una tira de plástico permite realizar múltiples pruebas simultáneamente. Para utilizarla, la tira debe sumergirse en una muestra de orina bien mezclada y se deben anotar los colores producidos. Como diferentes sustancias en la orina harán que la tira cambie de color, se debe leer en el momento especificado y comparar con la tabla de colores del fabricante. El uso generalizado de estas tiras se puede atribuir a su facilidad de uso, resultados rápidos e interpretación sencilla, todo lo cual ha contribuido a facilitar los procedimientos de diagnóstico.

Las pruebas básicas que realizan las tiras reactivas son:

- Proteínas
- Urobilinógeno
- Glucosa
- Cuerpos cetónicos
- Bilirrubina
- Nitritos
- Leucocitos
- Sangre
- PH
- Densidad

Figura 18. Uribilinógeno

Nota. Extraído de Algunos recuerdos. <https://www.dra-amalia-arce.com/2009/10/algunos-recuerdos/>

Detección de proteínas

Principio de la prueba

La prueba se basa en el denominado error de proteína de los indicadores de pH. En la zona de reacción de la tirilla hay una mezcla tampón y un indicador que cambia de color amarillo a verde en presencia de proteínas en la orina, aunque el pH se mantenga constante. Estos cambios cromáticos pueden ser detectados por el lector de tirillas o leídos por el bacteriólogo mediante una tabla de comparación para determinar la presencia de proteínas en la orina. La reacción es particularmente sensible a la albúmina, siendo positiva a partir de concentraciones de albúmina mayores de 6 mg/dL.

Interpretación de la prueba

Valores de referencia: negativo (< 10 mg/ dL). En personas sanas, la pared capilar glomerular es permeable sólo a sustancias con un peso molecular

menor de 20.000 daltons. Una vez filtradas, las proteínas de bajo peso molecular son hidrolizadas, reabsorbidas y metabolizadas por las células tubulares proximales. Entre las proteínas urinarias normales se incluyen la albúmina, las globulinas séricas y las proteínas secretadas por los túbulos renales.

El uroanálisis por tirilla presenta una sensibilidad y especificidad mayor del 99% para detectar la albuminuria. La proteinuria, uno de los aspectos más característicos de la enfermedad renal, es definida como la excreción urinaria de proteínas mayor de 150 mg por día. La microalbuminuria se define como la excreción de 30 a 150 mg de proteína por día y es un signo de enfermedad renal temprana, particularmente en los pacientes diabéticos. En todos los casos en donde la tirilla es positiva para proteínas es mandatario realizar proteinuria de 24 horas.

Utilidad clínica

Es importante aclarar que la presencia de proteínas en orina no constituye una prueba de nefropatía, ni su ausencia la excluye. En todos los casos en que se encuentre en la orina, o se sospeche clínicamente, se deberán realizar los estudios complementarios y establecer un diagnóstico diferencial adecuado, considerando las siguientes posibilidades: proteinuria benigna, proteinuria extrarrenal, proteinuria renal y proteinuria postrenal.

Desde el punto de vista práctico, la proteinuria detectada por la tira reactiva cualitativamente, en cruces, se correlaciona cuantitativamente en la siguiente escala: 1+ (una cruz) corresponde aproximadamente a 30 mg/dL de proteína, ++ corresponden a 100 mg/dL, +++ a 300 mg/dL y ++++ a 1.000 mg/dL.

Proteinuria transitoria

La proteinuria transitoria, mal llamada benigna, se puede observar proteinuria leve de edad en quienes los procesos benignos constituyen el 90% de las proteinurias detectadas en personas menores de 30 años.

Las proteinurias benignas se manifiestan de forma intermitente. Mientras que en la orina matinal la excreción de proteína es normal (tirilla negativa), pueden observarse valores que alcanzan los 500 mg/dL a lo largo del día. Basándose en esta característica, la proteinuria benigna se distingue fácilmente de la forma patológica repitiendo el análisis de la orina de la primera hora de

la mañana. Si la proteinuria es benigna, los resultados de otros análisis de la orina para detectar nitritos, sangre y leucocitos en la orina, y la medición de la presión sanguínea, serán normales. Sin embargo, si se diagnostica una proteinuria benigna, es prudente establecer un control periódico a fin de detectar a tiempo el posible desarrollo de una nefropatía.

Proteinuria Renal

El aumento de la permeabilidad de los capilares glomerulares debido a procesos patológicos provoca proteinuria renal. Por lo general, las proteinurias de origen renal son persistentes y se observan tanto en la orina nocturna como en la diurna y, en general, el nivel supera los 25 mg/dL. Las proteinurias más pronunciadas se detectan en pacientes con síndrome nefrótico. En la glomerulonefritis, la excreción de proteína suele ser de 200 a 300 mg/dL, pero puede haber valores inferiores en el caso de glomerulonefritis asociada con pocos síntomas. La proteinuria tubular puede estar relacionada con lesiones de las células tubulares y/o a trastornos de la absorción tubular de las proteínas del filtrado glomerular.

Proteinuria posrenal

La proteinuria postrenal puede manifestarse como consecuencia de una inflamación de la vejiga o de la próstata y en hemorragias en el tracto urinario.

Limitaciones de la prueba

Resultados falsos positivos

La prueba de tirilla aún frente a pequeñas cantidades de proteínas puede dar resultados falsos positivos con concentraciones tan bajas como 5 o 10 mg/dL (más bajo que el umbral límite para la proteinuria clínicamente significativa). Además, puede haber un resultado falso positivo tras la infusión de polivinilpirrolidona (sustituto de la sangre) y en presencia de desinfectantes que contengan grupos de amonio cuaternario o clorhexidina, en los recipientes utilizados para tomar o manejar la muestra.

Resultados falsos negativos

Los reactivos de la mayoría de las pruebas de tirilla son sensibles a la albúmina, pero no detectan bajas concentraciones de gammaglobulinas ni de la proteína de Bence-Jones.

Interferencia con medicamentos

La fenazopiridina puede dar un resultado falso positivo. La quinina, la quinidina, la cloroquina, la tolbutamida, las sulfonamidas y la penicilina pueden afectar ligeramente la reacción y falsearla dando origen a resultados falsos positivos o falsos negativos.

Detección de glucosa

Principio de la prueba

La detección de la glucosa se basa en una reacción específica de la glucosa oxidasa/ peroxidasa (método GOD/POD), en la cual la D-glucosa se oxida enzimáticamente por el oxígeno del aire y se convierte en D-glucolactona. El peróxido de hidrógeno resultante, oxida, bajo la catálisis de la peroxidasa, al indicador (TMB: tetrametilbencidina) para dar una coloración azul-verdosa sobre el papel amarillo reactivo de la tirilla, que el bacteriólogo mediante una tabla de comparación puede leer o el lector de tirillas detectar para determinar la presencia de glucosa en la orina. La reacción es específica para glucosa y no depende del pH ni de la gravedad específica de la orina, ni se ve afectado significativamente por la presencia de cuerpos cetónicos.

Interpretación de la prueba

Valores de referencia: negativa (< 30 mg/ dL). Normalmente la glucosa es filtrada por el glomérulo, pero ésta es reabsorbida casi completamente en el túbulo proximal. La glucosuria ocurre cuando la carga de glucosa filtrada excede la capacidad de reabsorción del túbulo, es decir 180 mg/dL.

Utilidad clínica

Entre las diferentes causas de glucosuria están la diabetes mellitus, el síndrome de Cushing, la enfermedad pancreática, las enfermedades hepáticas

y el síndrome de Fanconi. La ausencia de glucosuria no excluye un trastorno del metabolismo de la glucosa y, sobre todo, no excluye el diagnóstico de diabetes mellitus.

Glucosuria Renal

Si el umbral renal se ha reducido notablemente debido a una disminución de la reabsorción de glucosa a nivel de los túbulos renales, se observará un aumento de la excreción de glucosa por la orina, aunque la glucosa en sangre sea normal. La glucosuria que se observa frecuentemente durante el embarazo (en el 5% a 10% de los casos) también se debe, por lo general, a una reducción del umbral renal. Este tipo de glucosuria desaparece tras el parto. La glucosuria renal sintomática se produce cuando la función renal se reduce a un 30% o menos. Este tipo de diabetes mellitus se observa también en la insuficiencia renal aguda.

Glucosuria alimentaria

Puede ocurrir por una ingestión excesiva de hidratos de carbono, en ausencia de diabetes mellitus o de algún tipo de daño renal.

Limitaciones de la prueba

La medición de rutina de la glucosuria con las tirillas convencionales puede ser mejorada con el uso de tirillas especialmente diseñadas para controlar la glucosa en la orina de pacientes diabéticos (Diabur-test 5000 y Keto-Diabur-test 5000), con intervalos de medición del campo de la glucosa más amplio si se le compara con el de las tirillas convencionales, permitiendo una exacta diferenciación del contenido mínimo de glucosa en la orina.

Resultados falsos positivos

La presencia de restos de detergentes que contengan peróxido de hidrógeno u otros oxidantes fuertes en los recipientes utilizados para tomar o manejar la muestra, puede inducir resultados falsos positivos.

Resultados falsos negativos

Las primeras tirillas daban resultados falsos negativos por interferencia con vitamina C (ácido ascórbico) en la orina, situación que en las tiras reactivas disponibles en la actualidad está completamente controlada.

Interferencia con medicamentos

La prueba puede ser influenciada, aunque levemente, por productos de degradación de los salicilatos.

Determinación de los cuerpos cetónicos

Principio de la prueba

La prueba se basa en el principio de la prueba de Legal. El ácido acetoacético y la acetona reaccionan con nitroprusiato sódico y glicina en un medio alcalino para formar un complejo color violeta, que el bacteriólogo mediante una tabla de comparación puede leer o el lector de tirillas detectar para determinar la presencia de cetonas en la orina. La reacción es específica para el ácido acetoacético y la acetona. No es interferida por el ácido beta-hidroxibutírico ni por la presencia de glucosa, proteínas y ácido ascórbico en la muestra. En la figura 7 se esquematiza el principio sobre el cual se basa la prueba.

Interpretación de la prueba

Valores de referencia: negativo (< 5 mg/ dL). Las cetonas (ácido acetoacético, beta-hidroxibutírico y acetona) aparecen en la orina cuando en el organismo se produce un aumento de la degradación de las grasas por un aporte energético insuficiente de hidratos de carbono. El predominio de la lipólisis sobre la lipogénesis produce un aumento de los niveles de ácidos grasos libres en el suero y, por su descomposición en el hígado, se forma más acetilcoenzima A, que puede ser utilizada por otros procesos metabólicos como el ciclo del ácido tricarbóxico. Este exceso se convierte en ácido acetoacético, que a su vez se transforma parcialmente en ácido beta-hidroxibutírico y de la acetona.

Utilidad clínica

Desde el punto de vista clínico, la detección de cetonuria, sin ser exclusiva, es particularmente útil en los pacientes con diabetes mellitus. La cetonuria se encuentra muy asociada a la diabetes descompensada, pero también puede ocurrir durante el embarazo, debido a dietas libres de carbohidratos, a deshidratación, ayuno, inflamación intestinal e hiperemesis.

Cetonuria en Diabetes Mellitus

La detección de las cetonas en la orina (ácido acetoacético y acetona) es especialmente importante en la diabetes mellitus para comprobar la descompensación metabólica. Los estados pre comatosos y comatosos en la diabetes, a excepción del coma hiperosmolar, casi siempre van acompañados de cetoacidosis. La carencia relativa o total de insulina reduce el consumo de glucosa de las células grasas y musculares, provocando un aumento de la lipólisis. Las cetonas resultantes, en combinación con otros cambios fisiopatológicos de la descompensación metabólica (como la deshidratación y el desplazamiento de electrolitos), pueden contribuir al coma diabético. El coma diabético es un estado de riesgo para la vida y la cetonuria es un signo precoz del desequilibrio metabólico.

Cetonuria de origen no diabético

La presencia de cetonas en la orina no es exclusiva de la diabetes mellitus. También se puede encontrar en los siguientes casos:

1. Estados de carencia de alimentos (ayuno prolongado), en dietas de adelgazamiento bajas en hidratos de carbono o por una alimentación rica en proteínas.
2. Pacientes que llevan dietas de ayuno total. Sin embargo, el equilibrio ácido/base sigue totalmente compensado si se garantiza una buena función renal con suficiente ingestión de líquidos. En estos casos, la comprobación de las cetonas también sirve para controlar el cumplimiento de la dieta.
3. Niños pequeños con vómitos acetonémicos.
4. Pacientes con fiebre, especialmente en presencia de enfermedades infecciosas.

5. Pacientes con vómitos incoercibles del embarazo (hiperémesis gravídica).
6. Pacientes con algunas alteraciones metabólicas congénitas (síndrome de Fanconi).

Interferencia con medicamentos

El captopril, la misma (sal sódica del ácido 2-mercaptoetanosulfónico) y otras sustancias con grupos sulfhídrido pueden producir resultados falsos positivos.

Determinación de los nitritos

Principio de la prueba

La prueba se basa en el principio del ensayo de Griess y es específica para el nitrito. La reacción revela la presencia de nitrito y, por lo tanto, indirectamente, la existencia de bacterias formadoras del mismo en la orina, coloreando el tampón de la prueba de color rosa rojizo, que el bacteriólogo mediante una tabla de comparación puede leer o el lector de tirillas detectar para determinar la presencia de nitritos en la orina.

Interpretación de la prueba

Valores de referencia: negativo. Los nitritos normalmente no se encuentran en la orina, se producen cuando las bacterias reducen los nitratos urinarios a nitritos. La mayoría de los organismos Gram negativos y algunos Gram positivos son capaces de realizar esta conversión, por lo que un resultado positivo indica que estos microorganismos están presentes en una cantidad considerable (más de 10.000 por ml).

Utilidad clínica de la prueba

La prueba es muy específica pero poco sensible, por lo que un resultado positivo es útil, pero un resultado negativo no descarta una infección del tracto urinario. La detección de nitrito es específica de la presencia de bacteriuria y en todos los casos debe ser confirmada por un cultivo. Un resultado de nitrito negativo no excluye una infección del tracto urinario porque el recuento bac-

teria no y el contenido de nitratos pueden variar ampliamente, o la bacteria presente en la orina puede no contener la enzima reductasa, que convierte el nitrato a nitrito.

Resultados falsos negativos

La prueba puede dar un resultado falso negativo por una de las siguientes circunstancias:

1. Presencia de microorganismos que no reducen los nitratos, como puede ocurrir con *Streptococcus faecalis* y otros cocos Gram negativos, *Neisseria gonorrhoeae* y *Mycobacterium tuberculosis*.

2. Bajo nivel de nitrato en la orina como resultado de una dieta baja en nitratos.

3. Inadecuada retención de orina en la vejiga. Se necesita que la orina permanezca por más de 4 horas para que el nitrato se convierta en nitrito, motivo más para preferir la primera orina de la mañana.

4. Almacenamiento prolongado de la muestra a temperatura ambiente en el laboratorio clínico, situación que puede llevar a degradar los nitritos presentes originalmente en la muestra de orina.

5. Cuando hay aumento de la diuresis con evacuación frecuente de orina de tal manera que no se da tiempo para que se produzca la reacción, cuando la dieta es pobre en vegetales, cuando se está en ayunas y el estudio se hace en una muestra diferente a la primera de la mañana o cuando se está recibiendo alimentación parenteral.

6. La presencia de altos niveles de ácido ascórbico en la orina que pueden inhibir la conversión de nitratos en nitritos.

7. Cuando se está recibiendo tratamiento con antibióticos que pueden reducir significativamente la carga de bacterias hasta niveles no detectables.

Resultados falsos positivos

Los nitritos pueden tener resultados falsos positivos cuando hay contaminación bacteriana, el estudio se realiza varias horas después de tomada la muestra o el paciente recibe tratamiento con medicamentos que contienen fenazopiridina.

Limitaciones de la prueba

El reactivo para nitritos es sensible al contacto con el aire, por lo que los recipientes se deben cerrar inmediatamente se retire una tira de uroanálisis. Después de una semana de exposición, una tercera parte de las tiras pueden dar resultados falsos positivos y después de dos semanas, las tres cuartas partes, circunstancia que frecuentemente pasa inadvertida en laboratorios clínicos con baja carga de trabajo.

Determinación de la sangre

Principio de la prueba

La prueba detecta sangre completa (eritrocitos), sangre lisada (hemoglobina) y mioglobina. Para lograr el objetivo, la prueba se basa en la acción peroxidativa de la hemoglobina o la mioglobina que cataliza la oxidación del indicador cromático (TMB: tetrametil-bencidina) mediante un hidroperóxido orgánico, el 2,5-dimetilhexano-2,5-dihidroperóxido, para producir un color azul verdoso que sobre el papel amarillo de la tirilla, que el bacteriólogo mediante una tabla de comparación puede leer o el lector de tirillas detectar para determinar la presencia de hemoglobina (en forma de eritrocitos o hemoglobina libre) o mioglobina en la orina. En las zonas de reacción, de acuerdo al patrón de coloración es posible distinguir eritrocitos intactos de hemolizados. Los eritrocitos intactos se hemolizan sobre el papel reactivo y la hemoglobina liberada inicia la reacción de color, formando puntos verdes visibles y, por el contrario, la hemoglobina disuelta en la orina (eritrocitos lisados), o la mioglobina, origina un color verde uniforme.

La sensibilidad de la prueba se consigue añadiendo un activador al reactivo. En algunas de las marcas disponibles comercialmente, se ha eliminado el riesgo de interferencia con ácido ascórbico mediante una malla impregnada con yodato que cubre el papel reactivo oxidado por el ácido ascórbico presente en la muestra. Otras tirillas que no tienen este recurso usualmente incorporan un compartimiento adicional que reacciona con el ácido ascórbico.

Interpretación de la prueba

Valores de referencia: negativo (0 a 2 eritrocitos por 2ml). La prueba de la tirilla detecta la actividad peroxidasa de los eritrocitos. Sin embargo, la mioglobina y la hemoglobina también pueden catalizar esta reacción, por lo que

un resultado positivo de la prueba puede indicar hematuria, hemoglobinuria o mioglobinuria.

Utilidad clínica

Como lo describe la Asociación Estadounidense de Urología, la presencia de tres o más eritrocitos por campo de alta potencia en dos o tres muestras de orina es la definición aceptada de hematuria. La identificación de eritrocitos intactos en el sedimento urinario mediante examen microscópico es útil para distinguir la hematuria de otras afecciones. La presencia de cilindros eritrocitarios o eritrocitos dismórficos también se puede detectar mediante examen microscópico. La hematuria se clasifica además en etiología glomerular, renal o no glomerular y urológica según su origen. Desde el punto de vista clínico, existen tres situaciones diferentes que pueden provocar hematuria: daño glomerular (hematuria glomerular), daño no glomerular al riñón (hematuria renal) o sangrado en otras zonas del tracto urinario distintas al riñón (hematuria urológica). La hematuria también puede ocurrir en condiciones fisiológicas como la menstruación o el ejercicio extenuante.

Daño glomerular

La hematuria glomerular típicamente está asociada con proteinuria significativa, cilindros eritrocitarios y eritrocitos dismórficos. Sin embargo, hasta el 20% de los pacientes con glomerulonefritis diagnosticada por biopsia se presentan sólo con hematuria.

Daño renal no glomerular

La hematuria no glomerular es secundaria a trastornos tubulointersticiales, renovasculares o metabólicos. Similar a la hematuria glomerular, ésta frecuentemente se encuentra asociada con proteinuria significativa; sin embargo, no está asociada con eritrocitos dismórficos o cilindros eritrocitarios. Está indicada la evaluación más amplia de los pacientes con hematuria glomerular y no glomerular determinando la proteinuria en orina de 24 horas o la relación de albúmina y creatinina.

Hemoglobinuria

Como se ha expresado, además de los eritrocitos la prueba detecta hemoglobina libre (hemoglobinuria) y mioglobina (mioglobinuria) en la orina. Cuando hay hemoglobinuria la tirilla es reactiva, usualmente con una coloración verde uniforme, y en el sedimento no se observan eritrocitos. Las tirillas reactivas detectan la presencia de hemoglobina libre en la orina a partir de 100 mg/dL y de mioglobina a partir de 15 a 20 mg/dL. La hemoglobinuria o mioglobinuria se presentan en anemia hemolítica severa, intoxicaciones graves, enfermedades infecciosas graves, quemaduras extensas, ejercicio físico intenso, lesiones y enfermedades musculares progresivas. También se puede presentar mioglobinuria en pacientes con rabiomiolisis por medicamentos como las estatinas, aún con daño renal⁴⁶⁻⁴⁸. En la tabla 5 se resumen las principales causas de hemoglobinuria.

Resultados falsos positivos

Si en la orina hay restos de detergentes procedentes de los recipientes utilizados para la recolección de la muestra.

Determinación de la bilirrubina

La degradación de los glóbulos rojos da como resultado la aparición de pigmentos biliares como la bilirrubina y la biliverdina. Normalmente, estos pigmentos no están presentes en la orina en cantidades detectables. El metabolismo de la bilirrubina lo inician los fagocitos o células fagocíticas, que descomponen los glóbulos rojos en dos grupos: el grupo hemo y el grupo globina. El grupo hemo se convierte en bilirrubina, que luego la albúmina transfiere al hígado. En el hígado, la bilirrubina se conjuga principalmente con ácido glucurónico para formar bilirrubina directa o conjugada, que es soluble en agua y detectable en la orina. Por el contrario, la bilirrubina que no está conjugada con ácido glucurónico se denomina bilirrubina indirecta y no es soluble en agua y, por lo tanto, no aparecerá en la orina. Las bacterias intestinales metabolizan la bilirrubina en urobilinas, que aparecen en la orina en forma de urobilinógeno. Se considerará valores elevados de bilirrubina cuando sean superiores a 0'05-0'1 mg/dl. En la orina, la bilirrubina indicará una obstrucción intra o extrahepatobiliar, o una enfermedad hepatocelular.

Métodos de detección de la bilirrubina

Principio de la prueba

La prueba se basa en la unión de la bilirrubina con una sal de diazonio estable (2,6- diclorobenceno-diazoniofluoborato) en un medio ácido del papel reactivo. La más leve coloración rosada indica un resultado positivo, que el bacteriólogo mediante una tabla de comparación puede leer o el lector de tirillas detectar.

Interpretación de la prueba y utilidad clínica

Valores de referencia: negativo ($< 0,2$ mg/ dL). Las reacciones que se presentan en la tirilla son muy sensibles y pueden detectar cantidades tan pequeñas como 0,05 mg/dL de bilirrubina en la orina. La bilirrubina conjugada es soluble en agua y en consecuencia puede encontrarse en la orina de pacientes con ictericia obstructiva, daño hepático y cáncer de páncreas o de conductos biliares, en tanto que la bilirrubina no conjugada, la que resulta de procesos hemolíticos, es insoluble en agua y no pasa a través del glomérulo y por lo tanto no aparece en la orina (18). Por con siguiente, en ictericias hereditarias, como en la enfermedad de Dubin-Johnson y en el síndrome de Rotor es positiva y es negativa en el síndrome de Gilbert y en la enfermedad de Crigler-Najjar.

Además de lo anterior, al momento de interpretar una prueba de bilirrubina en la orina es importante tener en cuenta que la prueba, como tamizaje, tiene una especificidad del 79% al 89% y un valor predictivo positivo del 89%, en pacientes con falla renal grave la excreción renal de la bilirrubina aumenta³⁰ y en todos los casos en donde la bilirrubina en orina sea detectada por las tirillas reactivas ésta debe confirmarse con medición en suero.

Resultados falsos negativos

Se pueden presentar frente a grandes cantidades de ácido ascórbico y nitritos en la orina. También por la inestabilidad del analito, cuando la orina se procesa después de varias horas de exposición a la luz en las mesas del laboratorio.

Resultados falsos positivos

En caso de que la orina se contamine con materia fecal puede obtenerse un resultado falso positivo. Además, por medicamentos que tiñen la orina o que se tornan rojos en contacto con un medio ácido, como la fenazopiridina.

Interferencia con medicamentos

Algunos medicamentos como el ácido mefamánico, la clorpromacina, la rifampicina y el etodolaco reaccionan con los sustratos de la prueba y otros como la fenazopiridina (Pyridium), el hidrocloreto de etoxasene y algunos metabolitos de anestésicos locales cambian el color de la orina, dando origen a resultados falsos positivos para la bilirrubina.

Determinación del urobilinógeno

Principio de la prueba

Una sal de diazonio estable, p-metoxibenceno diazoniofluoborato presente en la tira reactiva, reacciona casi inmediatamente con el urobilinógeno, dando lugar a la formación de un colorante azoico rojo, que el bacteriólogo mediante una tabla de comparación puede leer o el lector de tirillas detectar.

Interpretación de la prueba

Valores de referencia: negativo (<1 mg/ dL). Normalmente la orina contiene sólo pequeñas cantidades de urobilinógeno, producto final de la bilirrubina conjugada luego de haber sido excretada por los conductos biliares y metabolizada en el intestino por la acción de las bacterias allí presentes. El urobilinógeno es reabsorbido a la circulación portal y eventualmente una pequeña cantidad es filtrada por el glomérulo. La prueba de tirilla es específica para el urobilinógeno y no se afecta por los factores interferentes como ocurre en la prueba de Ehrlich.

Utilidad clínica

El urobilinógeno se encuentra aumentado en la orina de pacientes con enfermedades hepatocelulares y en las anemias hemolíticas. La presencia de urobilinógeno en orina es un indicador temprano de daño del parénquima

hepático, usualmente antes de que se presenten manifestaciones clínicas. Es importante reconocer que la excreción del urobilinógeno tiene variación diurna, una razón más para estandarizar la muestra a la primera de la mañana.

Resultados falsos negativos

Se pueden presentar resultados falsos negativos cuando el paciente recibe antibióticos por vía oral, debido a que éstos disminuyen significativamente el número de bacterias que degradarían la bilirrubina en la luz intestinal, cuando hay suspensión de la colepoyesis (estimulación de la producción de bilis) en el hígado por ejemplo en hepatitis viral severa y lesiones hepatotóxicas graves o cuando hay una obstrucción de los conductos biliares, debido a que en este caso la bilirrubina no pasaría al tracto digestivo (18). También se presentan resultados falsos negativos cuando la muestra se procesa más allá del tiempo óptimo, debido a la oxidación del urobilinógeno expuesto a la luz y cuando la orina es conservada con formaldehído a una concentración mayor de 200 mg/dL.

Resultados falsos positivos

El pH alcalino de la orina aumenta la depuración del urobilinógeno y aumenta la cantidad del urocromo en la orina.

Interferencia con medicamentos

Se presenta interferencia con las sulfonamidas, el PABA (ácido para-amino benzoico) y el ácido para-aminosalicílico ya que pueden ocurrir resultados falsos positivos para uro- bilinógeno. Otros fármacos que tiñen la orina de rojo o son de color rojo en un medio ácido, como la fenazopiridina, también pueden dar resultados falsos positivos.

Determinación del pH

Principio de la prueba

La prueba se basa en la combinación de tres indicadores: el rojo de metilo, el azul de bromotimol y la fenolftaleína, que reaccionan con los iones de hidrógeno, presentes en la muestra de orina. Las reacciones producen cambios cromáticos, que van del naranja al verde amarillo y al azul, que el bacteriólogo

mediante una tabla de comparación puede leer o el lector de tirillas detectar para determinar el pH de la orina. Antes de interpretar el pH de la orina vale la pena recordar que los riñones normales producen orina con pH de 4,6 a 8,0, usualmente éste se encuentra alrededor de 5,5 a 6,5. La orina se torna más alcalina después de las comidas; debido a la secreción de ácido por la mucosa gástrica su pH es más bajo en estados de ayuno. Las proteínas causan disminución del pH y los cítricos lo aumentan. Además, en los niños usualmente es alcalina, relacionado con el consumo de leche. En la figura 3 se esquematiza el principio sobre el cual se basa la prueba.

Interpretación de la prueba

Valores de referencia: 4,8 a 7,4 a lo largo del día y 5,5 a 6,5 en la orina de la primera muestra de la mañana. Una de las principales funciones del riñón es mantener el equilibrio ácido-base del organismo, de tal manera que el pH sanguíneo se mantenga estable(6). En términos generales, a excepción de los pacientes con acidosis tubular renal, el pH de la orina refleja el pH sérico. La incapacidad para acidificar la orina a un pH menor de 5.5, a pesar de un ayuno prolongado y de la administración de una carga de ácido, es considerado como el sello característico de la acidosis tubular renal. En la acidosis tubular renal tipo I (distal), el pH sérico es ácido pero la orina es alcalina, esto es secundario a la incapacidad de secretar los protones en la orina. La acidosis tubular renal tipo II (proximal) se caracteriza por una inhabilidad en la absorción del bicarbonato. Esta situación produce la orina alcalina inicialmente, pero como la carga de filtración de bicarbonato disminuye, la orina se torna más ácida.

Utilidad clínica

El pH de la orina es útil en la evaluación del estado ácido-básico de un determinado paciente, por ejemplo:

- Pacientes pH < 7 debido a una acidosis metabólica por ayuno prolongado, acidosis diabética, insuficiencia renal, acidosis tubular renal, algunas sustancias químicas y medicamentos (salicilatos, etilenglicol, alcohol, biguanidas, anfotericina, espironolactona AINES) o a una acidosis respiratoria por retención de CO₂, como puede ocurrir en pacientes con enfisema.

- Pacientes con pH > 7 debido a alcalosis metabólica por deficiencia grave de potasio, ingestión excesiva de álcalis, diuréticos y vómito o a alcalosis respiratoria por hiperventilación.
- El pH de la orina también es de utilidad en el diagnóstico y manejo de las infecciones y cálculos del tracto urinario. La orina alcalina en un paciente con infección del tracto urinario sugiere la presencia de un organismo que degrada la urea, la cual puede estar asociada con cristales de fosfato de amonio y magnesio que pueden formar cálculos coraliformes. Los valores de pH reiteradamente alcalinos evidencian una infección del tracto urogenital(17), a pesar de la disminución de la sobrevida de los leucocitos. Los cálculos de ácido úrico están asociados con la acidificación de la orina.

Resultados falsos positivos o negativos

Si la muestra no se procesa en el tiempo adecuado, la orina puede tornarse alcalina como consecuencia de la descomposición bacteriana de la urea y en este caso la determinación del pH carecería de valor diagnóstico.

Limitaciones de la prueba

El pH urinario puede modificarse según los hábitos nutricionales del individuo: las proteínas animales y las frutas ácidas acidifican la orina y las dietas vegetarianas y ricas en citrato la alcalizan. Cuando el pH urinario se encuentra en extremos, alto o bajo, puede haber destrucción prematura de leucocitos y eritrocitos, lo que explica la combinación de resultados negativos en el sedimento con una reacción positiva para alguna de estas células en la tirilla.

Los leucocitos

Principio de la prueba

La tirilla tiene una zona que contiene un éster de indoxilo que es disociado por la esterasa leucocitaria. El indoxilo libre reacciona con una sal de diazonio para formar una tinción violeta, que el bacteriólogo mediante una tabla de comparación puede leer o el lector de tirillas detectar.

Interpretación de la prueba

Valores de referencia: negativo (menos de 10 leucocitos por ml). Los leucocitos excretados en la orina son casi exclusivamente granulocitos (polimorfonucleares neutrófilos y eosinófilos) y la tirilla reactiva detecta su presencia mediante la actividad de la estearasa que poseen. La prueba de estearasa detecta la presencia de leucocitos a niveles tan bajos como 5 células por campo de alto poder, tanto íntegras como lisadas, situación que explica por qué un resultado positivo en la tirilla puede ser negativo para leucocitos en el sedimento.

Utilidad clínica

La prueba es muy buena cuando hay infecciones urinarias con recuentos mayores de 105 UFC/ml y cuando se combina con la prueba de nitrito, con una sensibilidad del 84%, especificidad del 98,3%, valor predictivo positivo del 84% y negativo del 98,3%(33). La prueba de estearasa leucocitaria cuando se compara con el microscopio tiene una sensibilidad y especificidad de 80% y 70% respectivamente. Los microorganismos como Chlamydia y Ureaplasma urealyticum se deben considerar en pacientes con piuria y con cultivos negativos. Dentro de las causas de piuria estéril se incluyen la balanitis, la uretritis, la tuberculosis, los tumores de vejiga, las infecciones virales, la nefrolitiasis, los cuerpos extraños, el ejercicio, la glomerulonefritis y el uso de corticoesteroides y de ciclofosfamida.

Con respecto a la prueba de estearasa leucocitaria es importante dejar claro que:

- Como prueba tamiz es inadecuada a no ser que se utilice combinada con la prueba de nitritos.
- A pesar de lo anterior puede reemplazar el estudio bacteriológico directo, Gram y cultivo en el diagnóstico de la infección urinaria.

Resultados falsos positivos

Se pueden presentar por contaminación de la muestra con secreciones vaginales o uretrales.

Resultados falsos negativos

Cuando en la muestra de orina hay grandes cantidades de albúmina, ácido ascórbico y glucosa, así como cuando la gravedad específica está muy elevada. También puede presentarse en pacientes con neutropenia.

Interferencia con medicamentos

Se pueden resultados falsos negativos en pacientes que consumen cefalexina, cefalotina, nitrofurantoina, gentamicina, tetraciclinas y ácido oxálico (especialmente en tomadores de «té helado»). Medicamentos como imipenem, meropenem y ácido clavulánico pueden inducir resultados falsos positivos.

Las bacterias, las tricomonas o los eritrocitos presentes en la orina no afectan la reacción de forma significativa.

Limitaciones de la prueba

Aún con piuria al microscopio, la estearasa leucocitaria es un mal predictor de urocultivo positivo.

Determinación de la densidad

Principio de la prueba

La prueba, mediante reacción con un formador de complejos y detección de los protones liberados, mide las concentraciones iónicas en orina. Como resultado de las reacciones se producen cambios cromáticos, que el bacteriólogo mediante una tabla de comparación puede leer o el lector de tirillas detectar. Dependiendo de la marca de tirillas utilizadas, se determina o no los componentes no iónicos de la orina, tales como la glucosa o la urea.

Interpretación de la prueba

Valores de referencia

Son de 1.016 a 1.022. A diferencia de la osmolaridad, que depende sólo del número de partículas en la orina, la gravedad específica depende tanto del peso como del número de ellas. Es así como sustancias de alto peso mo-

lecular pueden aumentar significativamente la gravedad específica sin mayor modificación de la osmolaridad. Desde el punto de vista de los valores de la gravedad específica de la orina, hay términos que se definen con ella: isostenuria cuando constantemente está en 1.010 e hipostenuria cuando está por debajo de este valor; en tanto que el término de hiperstenuria no se utiliza. En estado normal la gravedad específica de la orina puede oscilar entre 1.003 y 1.030, pero en la práctica, un valor menor de 1.010 indica una relativa hidratación y un valor mayor de 1.020 sugiere una relativa deshidratación.

Utilidad clínica de la prueba

Como parámetro de laboratorio, la gravedad específica ofrece al médico información importante sobre el estado de hidratación y de la capacidad de concentración de los riñones de un paciente. La gravedad específica de la orina se aumenta en presencia de glucosuria, en el síndrome de secreción inapropiada de la hormona antidiurética y puede estar disminuida por el uso de diuréticos, en la diabetes insípida, en el hiperaldosteronismo, en la insuficiencia suprarrenal y cuando hay daño de la función renal. En la mayoría de los pacientes con enfermedad renal parenquimatosa, el margen de variación de la gravedad específica se estrecha con el tiempo, hasta que finalmente el filtrado glomerular no se altera en su paso por el nefrón en donde se fija en 1.010 o menos. En el paciente con oliguria, la densidad específica puede ayudar a distinguir entre insuficiencia renal aguda, en la que hay isostenuria y la oliguria por deshidratación, en la cual se encuentra elevada. Ejemplos de hipostenuria persistente son la diabetes insípida, la ingestión compulsiva de agua, la hipopotasemia grave, la hipercalcemia, enfermedades renales parenquimatosas fundamentalmente del tipo de túbulo intersticial, la insuficiencia renal aguda y los defectos tubulares renales.

La gravedad específica puede ser de utilidad para evaluar la calidad de la muestra en estudios antidopaje y consumo de drogas de abuso ya que cuando está por debajo de 1.005 es altamente sospechosa de estar diluida.

Resultados falsos positivos o negativos

La gravedad específica tiende a estar falsamente elevada en orinas con pH por debajo de 6 y falsamente disminuida en orinas con pH por encima 7. Cuando en la orina hay pequeñas cantidades de proteínas (100 a 500 mg/día) o cetonuria, la gravedad específica usualmente arroja valores un poco más altos que los reales.

Limitaciones de la prueba

La gravedad específica de la orina depende del estado de hidratación, la cual puede estar modificada, intencional o accidentalmente, debido a la ingesta de éstos, la transpiración, la temperatura medioambiental y el uso de diuréticos, incluido el café. Cuando la densidad específica está por debajo de 1.010 tiene significación analítica por cuanto en dicha orina, cuando hay eritrocitos y/o leucocitos, éstos se destruyen rápidamente dando como resultado un sedimento urinario negativo (falso negativo) mientras que la reacción para eritrocitos y leucocitos es positiva en la tirilla (verdadero positivo).

Interferencia con medicamentos

Los medicamentos, y cualquier otro tipo de sustancias, que modifican la diuresis pueden dar resultados falsamente bajos o altos, con valores que pueden oscilar entre 1.000 y 1.040, incluso en personas sanas.

UROANALISIS

1^{ra} Edición

Capítulo

V

Examen microscopico del sedimento urinario



Para este último capítulo se presentarán las técnicas desarrolladas por autores como Aguilar, Solís y Villa (3) con relación al sedimento urinario. Para estos investigadores, En un medio líquido, las sustancias sólidas crean depósitos en el fondo de un recipiente, que se conocen como sedimentos. Se realizan estudios microscópicos sobre el sedimento obtenido, lo que proporciona información valiosa para el diagnóstico de posibles enfermedades. Si bien es un método de diagnóstico sencillo, se requiere de profesionales calificados para evaluar el cuadro clínico con relación a los elementos encontrados en el sedimento. El análisis se puede realizar mediante varios métodos, pero siempre requiere el uso de un microscopio. Para este análisis se requiere la primera orina concentrada de la mañana del paciente. Es suficiente la identificación cualitativa de los elementos encontrados en el sedimento.

Una evaluación cualitativa y cuantitativa del sedimento urinario, proporciona adecuada información para la mayor parte de los diagnósticos y necesidades clínicas.

El procedimiento consiste en:

1. Mezclar perfectamente la muestra (agitando) y tomar unos 10 ml que se colocan en un tubo de centrifuga cónico.
2. Centrifugar a 2.000 r.p.m. durante 5 minutos. Actualmente existen autores que dicen que hay que centrifugar a 1500 rpm durante 3 minutos.
3. Eliminar el líquido sobrante.
4. Pasar una gota del sedimento a un portaobjetos y taparla con un cubreobjetos.

Si se quiere colorear, se deja penetrar por capilaridad una gota de azul de metileno entre la porta y el cubreobjetos. Se puede colorear también con azul de metileno ligeramente acetificado (si no se estropeará los elementos cristalinos), solución de lugol, con rojo neutro y con solución diluida de eosina.

Para colorear un fresco antes de hacer la preparación, no hay más que mezclar una gota de sedimento y colorante sobre la porta y depositar el cubreobjetos. Las preparaciones coloreadas sirven más que nada para examen citológico.

Un método para facilitar la demostración de los cilindros es la tinción de contraste con tinta china. Para ello el sedimento de orina recogida por centrifugación se vuelve a centrifugar en solución salina fisiológica en cantidad, apro-

ximadamente, igual a la de la orina que se había inicialmente empleado. Se agita por inversión y se vuelve a centrifugar. De este nuevo sedimento una vez eliminada la solución fisiológica se toma una pequeña gota con pipeta Pasteur y se deposita en una porta. Al lado se coloca otra pequeña gota de tinta china (especial para microscopía), se mezclan con el ángulo del cubreobjetos y se tapa con éste.

La observación se hará con el microscopio vertical, con el condensador bajo y diafragmentando lo necesario. Para el examen de conjunto se utilizará el objetivo seco débil. Seco y fuerte para precisar detalles. La observación debe hacerse preferentemente en el plazo de una-dos horas. S debe observar de 10 a 15 campos de poder informar entre márgenes, no muy grandes, pero sí exactos. Por ejemplo 20 a 25 leucocitos/campo o 1 cilindro hialino/3 campos.

En un sedimento urinario se observa:

- Células formes (hematíes y leucocitos).
- Células epiteliales.
- Cilindros de diferentes tipos.
- Cristales variados.
- Levaduras u hongos.
- Bacterias.
- Espermatozoides.
- Parásitos.
- Glóbulos de grasa.
- Artefactos y materias extrañas resultantes de la contaminación accidental.

La presencia de hematíes dismórficos en el sedimento urinario es característica de un sangrado de parénquima renal y se asocia más frecuentemente a una lesión glomerular, pero también puede aparecer en afecciones tubulares o intersticiales.

Para discriminar el origen glomerular o túbulo intersticial de la hematuria renal se deben utilizar otros parámetros del urianálisis; la presencia de una proteinuria intensa, cilindros hemáticos, cilindros grasos y células con inclusiones lipídicas sugiere una lesión glomerular, mientras que el hallazgo de un

número importante de células tubulares renales y cilindros con restos tubulares orienta hacia una posible lesión túbulo-intersticial.

Métodos de tinción

El sedimento se observa generalmente sin teñir, pero, para obtener unos mejores resultados y resulte más fácil distinguir los diferentes elementos se puede realizar una tinción. Facilita el reconocimiento.

Cuando se realizan las tinciones se ponen de relieve una serie de estructuras que son más difíciles de observar sin la tinción. Existen diferentes métodos de tinción pero que se utilizan muy poco en la práctica diaria. Se puede colorear el sedimento dejando penetrar por capilaridad una gota de azul de metileno entre la porta y el cubre.

Para colorear la muestra antes de su preparación, se procederá mezclando una gota del sedimento urinario junto con una gota del colorante. Se colocará entonces en la porta y ya se cubrirá con el portaobjetos.

Entre las tinciones más comunes están:

Tinción de Sternheimer-Malbin

Ayuda a visualizar los leucocitos. Se podrá observar los leucocitos vitales y los leucocitos no vitales.

Tinción de Gram

Se trata de una tinción muy importante que diferencia entre las bacterias gram positivas y las gram negativas. Las primeras aparecerán de un color púrpura mientras que las segundas aparecerán de color rosado.

Tinción de azul de metileno y fucsina fenicada

Se podrá observar la morfología general de los microorganismos.

Tinción de Peroxidasa de Kaye

Permite reconocer los cilindros leucocitarios.

Tinción con sudan III

Permite distinguir los cuerpos cilíndricos, diferenciando la grasa presente en células y cilindros.

Tinción con Lugol

Es útil para la identificación de los leucocitos.

Tinción de eosina

Tiñe los eritrocitos de un color rosado, diferenciándolos así de otras estructuras con las que puedan ser confundidos. La diferencia de los cuerpos grasos ovales.

Tinción de Ziehl-Neelsen

Es una tinción muy importante para identificar las bacterias ácido - alcohol resistentes.

Tinción eosinofílica de Hansel

Con ella se estudia la eosinofilia que aparece en las nefritis intersticiales agudas.

Tinción con nitroprusiato de Benzidina

Para diferenciar las levaduras de los eritrocitos.

Tinción con Iodo

Sirve para detectar los contaminantes vegetales.

Técnicas especiales del uso del microscopio

Estas técnicas especiales se usan con el fin de obtener una mejor definición de las estructuras. La mayoría de las determinaciones se realizan con el microscopio óptico con unos 40x o 60x de zoom más los 10x de zoom de los

oculares (suponiendo esto un total de 400 o 600x de aumento), permitiendo identificar y contar las diferentes estructuras.

Contraste de fases

Se usa un condensador y un objetivo especiales para aumentar el contraste de las estructuras con un índice de refracción similar al medio que las rodea, facilitando así su estudio. Se usa para identificar cilindros hialinos, o células difíciles de visualizar por ser traslúcidas. Evidencia los elementos con menor contraste.

Interferencia diferencial

Favorece la distinción de colores proporcionando una tridimensionalidad permitiendo ver formas geométricas.

Luz polarizada

Se añade un polarizador al microscopio normal favoreciendo así la observación de cuerpos grasos. Pone de relevancia elementos birrefringentes.

Utilización de filtros

Se trata de filtros de colores que se colocan debajo del condensador del microscopio. El color que se utilice en el filtro dependerá de la estructura que se desee observar.

Identificación de las células en el sedimento urinario

En el sedimento pueden aparecer diferentes tipos de células, aunque lo normal sea que aparezca "limpio". Se pueden encontrar células formes, como son hematíes y leucocitos, células del epitelio, células malignas.

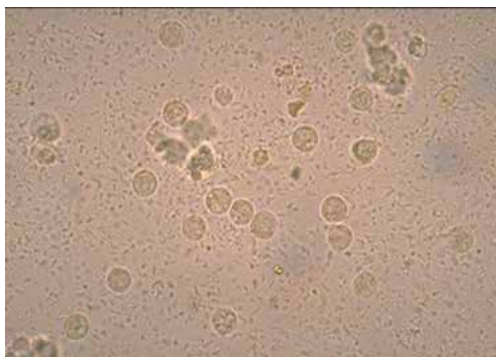
Leucocitos

Los leucocitos polimorfonucleares, principalmente neutrófilos, son los leucocitos que normalmente se observan en las muestras de orina. Estos leucoci-

tos son de color gris y tienen forma esférica, con múltiples núcleos y gránulos presentes en su interior. Estos leucocitos son capaces de infiltrarse en cualquier sección del tracto urinario. Es aceptable que se vean hasta 5 leucocitos por campo, lo que se considera normal.

El tamaño de esta célula en particular se encuentra dentro de un rango de 12 a 15 μm , más grande que los glóbulos rojos, pero más pequeño que las células epiteliales. Su aparición en la orina es indicativa de un estado inflamatorio presente en el tracto urinario o en los riñones, ya sea como células individuales o en grupos. Si se encuentran dentro de la orina hipertónica, estas células se contraerán, mientras que la exposición a la orina hipotónica o alcalina provocará hinchazón o lisis. Además, la presencia de piocitos entre los leucocitos detectados indicará piuria y procesos supurativos posteriores, cuya gravedad y localización dependen del origen.

Figura 19. Leucocitos



Nota. Elaboración propia

- **Pielonefritis:** si son del riñón. Suelen acompañarse en este caso de cilindros leucocitarios.
- **Cistitis:** si provienen de la vejiga.
- **Uretritis:** si su procedencia es la uretra.

Estos casos son muy sugestivos de infección aguda y se suelen encontrar en acúmulos. La presencia de pus suele ser intermitente. En la mujer, los leucocitos pueden ser de origen vaginal, sobre todo si se acompañan de células del epitelio plano.

Quando se encuentre con eosinófilos, se puede asociar su presencia con trastornos tóxico-alérgicos como la nefritis intersticial por drogas. Si se encuentra con leucocituria, pero en el urocultivo no aparecen bacterias, se deberá descartar la tuberculosis, micosis, clamidias y herpes simple.

Hematíes

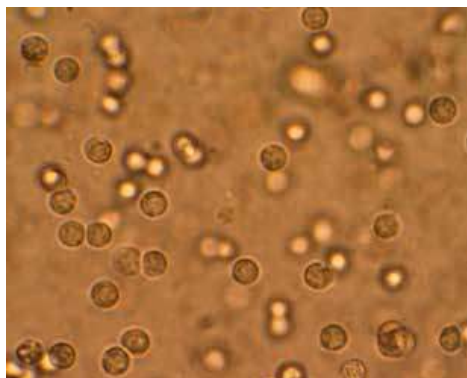
Al igual que ocurre con los leucocitos, No es normal detectar glóbulos rojos en la orina y, por lo general, debe haber de cero a dos glóbulos rojos visibles en cada campo. La centrifugación de la orina puede dar lugar a la identificación de un botón rojo, pero a menudo la cantidad encontrada es menor y sólo visible mediante un examen microscópico del sedimento. Esto confirma el resultado positivo de la tira reactiva.

Estas células en particular carecen de núcleo y poseen una forma de disco bicóncavo. Son más pequeños que los leucocitos y se presentan con tonos pálidos, midiendo un diámetro de 7,5 micras.

La configuración de los glóbulos rojos puede variar según la concentración de la orina.

En altas concentraciones, tienen la capacidad de adoptar formas que se asemejan a los dientes o tener una textura crenada. Cuando la orina es hipertónica, los glóbulos rojos desarrollan arrugas. Por otro lado, cuando la densidad es baja, pueden expandirse o romperse, dando lugar a la formación de células fantasma. Este proceso ocurre en orina hipotónica. Es importante evitar confundirlos con levadura.

Figura 20. Hemats



Nota. Elaboración propia.

Cuando se encuentre con una densidad elevada pueden adoptar formas dentadas o crenadas. Se trata de una orina hipertónica y los eritrocitos se arrugan. Si la densidad es menor se pueden hinchar o lisar formando células fantasmas, esto se da en las orinas hipotónicas. Hay que tener cuidado de no confundirlos con las levaduras.

La presencia de hematuria nos hará pensar en la presencia de un proceso patológico. La hematuria se puede clasificar en dos grupos en función de donde se produce:

- Hematuria glomerular
- Hematuria no glomerular o postglomerular.

Los hematíes que atraviesan el glomérulo se deforman debido al daño mecánico sufrido a su paso, apareciendo con un aspecto dismórfico, por lo que, cuando se encuentre con un 80% de los hematíes dismórficos se estará ante una hematuria glomerular.

En la hematuria no glomerular, los hematíes que aparecen serán isomórficos, es decir, hematíes que no han sufrido ninguna alteración en su morfología. Es una hematuria de origen no renal. Es una población muy uniforme y homogénea de hematíes con una morfología muy conservada, aunque también pueden aparecer hematíes estrellados, gigantes o fantasma. Se considerarán hematíes dismórficos los acantocitos, hematíes anulares, estomatocitos, hematíes especulares siendo los que más se asocian a una hematuria de origen renal el acantocito y el hematíe anular.

Células epiteliales

Las células epiteliales son comunes de encontrar en la orina y existen distintos tipos:

Células del epitelio tubular o renal

Se trata de células de un tamaño mayor que el de los leucocitos que poseen granulaciones y un núcleo grande. Se denominan células de las vías altas. Si proceden del riñón tendrán un núcleo grande, mientras que, si provienen de los uréteres, el núcleo será pequeño.

Pueden adoptar formas cúbicas o de columnas, si proceden del sistema tubular del riñón.

Figura 21. Células del epitelio tubular



Nota. Elaboración propia

Células del epitelio de transición

Se trata de células que tienen su origen desde la pelvis renal, uréter y vejiga hasta la uretra. Pueden verse con formas variadas, piriformes, redondeadas, a veces con una prolongación con forma de cola o con forma de raquetas. Poseen un núcleo redondo u ovalado y pequeño. Tiene un tamaño de dos a cuatro veces mayor que la de los leucocitos. Cuando se acompaña de leucocitos indica una inflamación de las vías urinarias descendentes. Son células más pequeñas que las del epitelio plano. Cuando se encuentran en gran cantidad nos hace pensar en un proceso patológico causante de exfoliación anormal. También se han asociado a la presencia de una neoplasia.

Figura 22. Células del epitelio en transición



Nota. Elaboración propia

Células del epitelio escamoso o del epitelio plano

Son células grandes y aplanadas que proceden de los genitales externos o de la última porción de la uretra. Tienen un aspecto regular y poseen un núcleo pequeño y redondo, que a veces es imposible de distinguir. Son células muy comunes de encontrar en la orina y si no se encuentran acompañadas de leucocitos no tendrán significación clínica (27).

Figura 23. Células del epitelio escamoso



Nota. Elaboración propia

Histiocitos

Son células fagocitarias con bordes irregulares y un núcleo redondo o alargado. Pueden adoptar diferentes formas y tamaños en el sedimento y hay que tener cuidado de no confundirlas con las células epiteliales tubulares. Estas indicarán procesos inflamatorios o reacciones inmunes.

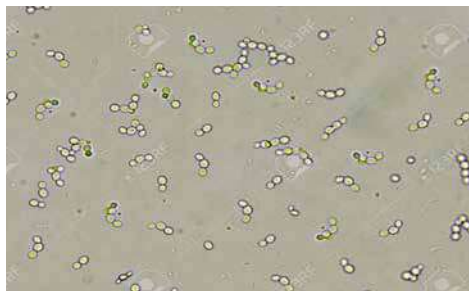
Células malignas

Son células que indican neoplasias en el sistema urinario muy difíciles de identificar. Presentan gran variedad de tamaños y formas, con un núcleo normalmente muy grande y un citoplasma hiper cromático.

Células de levadura

Son células que se pueden confundir con los eritrocitos, ovoides e incoloras con una doble refracción, pero éstas no se tiñen con eosina. Son insolubles en soluciones ácidas y alcalinas.

Figura 24. Células de levadura



Nota. Elaboración propia

Identificación de los cilindros en el sedimento urinario.

La presencia de los cilindros casi siempre indica enfermedad renal, aunque algunos se pueden encontrar en las personas sanas tras grandes esfuerzos, o en orinas muy acidificadas o concentradas. Se forman en los túbulos distales y colectores como causa de la acidificación de la orina y la concentración.

Los cilindros se originan por espesamiento de las proteínas o su precipitación, por lo que siempre vendrán acompañados de proteinuria. Su aparición en la orina se denomina cilindruria. Son estructuras longitudinales que tendrán el tamaño de la luz del túbulo donde se han formado. Así como en las orinas ácidas aumenta su formación, en las orinas alcalinas se disuelven.

Existen distintos tipos de cilindros:

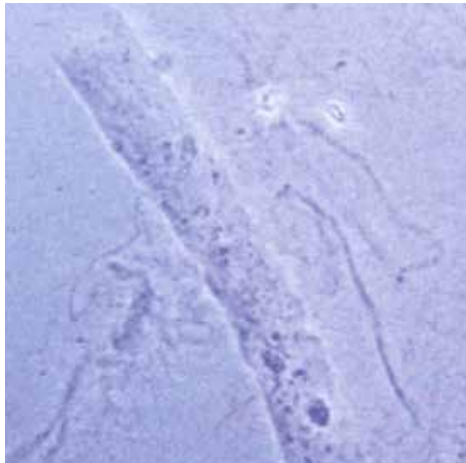
Cilindros hialinos

Los cilindros hialinos son un tipo de estructura proteica que se encuentra en el sistema renal y que puede ser indicativo de ciertas afecciones médicas.

La composición de estos cilindros es relativamente sencilla y consiste en una proteína de alto peso molecular conocida como proteína gelificada de Tamm-Horsfall. Estas estructuras poseen forma cilíndrica, con bordes redondeados y apariencia homogénea, y en su mayoría son incoloras, semitransparentes y ligeramente refractivas. El tamaño de estos cilindros varía en función de su origen, estando presentes cilindros hialinos granulares, celulares o grasos en función de la presencia de restos celulares granulares, células tubulares o gotitas de grasa en su matriz.

La utilización de filtros verdes o contraste de fase puede ayudar en la detección e identificación de determinadas entidades. Sin embargo, estas entidades sólo pueden observarse en condiciones de poca iluminación. La importancia de su presencia es insignificante si sólo se encuentra un pequeño número de ellos. Se sabe que los casos de nefropatías agudas o crónicas que involucran proteinuria contienen estas entidades. Estas mismas entidades también se han observado en formas leves de enfermedad renal sin ninguna asociación específica con la enfermedad. Además, pueden manifestarse tras un esfuerzo físico intenso, durante fiebre, deshidratación o situaciones estresantes, a veces aparecen con inclusiones celulares indicando enfermedad del parénquima renal.

Figura 25. Cilindro Hialino



Nota. Elaboración propia

Cilindros granulosos

Son cilindros más grandes que los cilindros hialinos y más anchos; y su origen no está muy claro, aunque parecen ser el resultado de la degeneración de los cilindros del epitelio tubular, unos cilindros formados por acúmulos de células epiteliales descamadas. Al principio aparecen con aspecto granuloso grueso para transformarse después en gránulos finos. Son gruesos, con granulaciones más o menos finas y sus extremidades serán redondeadas, aunque pueden aparecer rotos. Tienen un índice de refracción más alto por lo que es más fácil su visualización.

Se encuentran tras esfuerzos físicos, y se asocian con enfermedades agudas y crónicas del riñón, sobre todo en la glomerulonefritis.

Figura 26. Cilindros granulosos

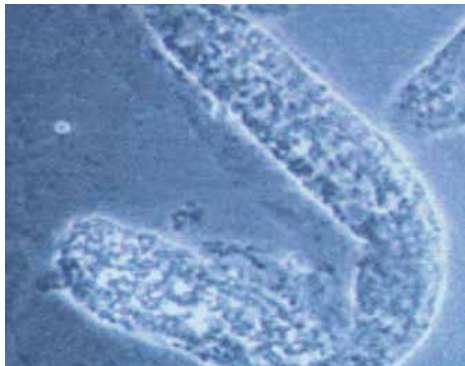


Nota. Elaboración propia

Cilindros céreos

Son cilindros con tonalidades amarillentas y alto índice de refracción. Son cortos, más anchos que los hialinos y opacos. Tienen un tamaño variable, siendo, a veces, grandes e irregulares. Poseen unas hendiduras características en los bordes en forma perpendicular a su eje longitudinal. Se asocian a enfermedades renales crónicas, inflamación y degeneración tubular. Cuando son extremadamente anchos se les conoce como cilindros de la insuficiencia renal.

Figura 27. Cilindros céreos



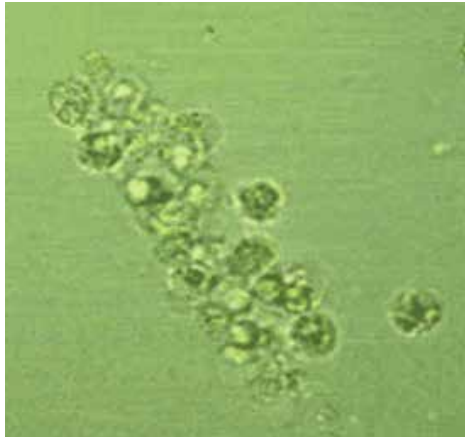
Nota. Elaboración propia

Cilindros leucocitarios

Aparecen cuando se produce una exudación intensa de leucocitos que quedan atrapados en formaciones proteicas. Tienen forma cilíndrica y están repletos de leucocitos por lo que tienen una identificación relativamente fácil.

Se observan en infecciones del parénquima renal. También aparecen en la glomerulonefritis, pielonefritis, nefritis intersticial, nefritis lúpica. Y siempre exigirán una investigación bacteriológica de la orina. Se facilitará su búsqueda con la tinción de Sternheimer-Malbin donde aparecerán los núcleos de los neutrófilos de color púrpura o naranja.

Figura 28. Cilindros leucocitarios



Nota. Elaboración propia

Cilindros hemáticos

Se trata de cilindros de color rojo anaranjado, aunque pueden ser más claros o incoloros y están formados por agrupaciones proteicas donde han quedado atrapados hematíes en su interior. Estos eritrocitos se alternan con finas granulaciones.

Cuando los eritrocitos se empiezan a degradar se dificulta su identificación.

Indican una lesión glomerular, nefropatías, insuficiencia renal, siempre indicando hematuria de origen renal.

Figura 29. Cilindros hemáticos

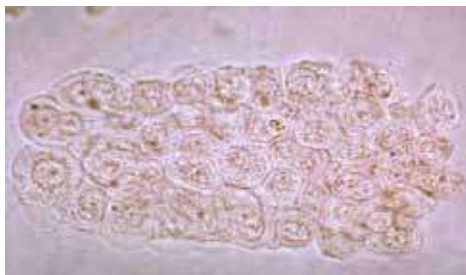


Nota. Elaboración propia

Cilindros epiteliales

Están formados por células del epitelio tubular descamado. Poseen muy poca matriz proteica. Su identificación sólo es posible cuando los entornos de las células están lo suficientemente intactos como para su diferenciación de los leucocitos. Para distinguir los cilindros epiteliales tubulares de los leucocitarios se utilizará la tinción supravital, el contraste de fases y la tinción de Papanicolaou. Aparece en la necrosis tubular aguda, en las enfermedades víricas y en la exposición a medicamentos y tóxicos.

Figura 30. Cilindros epiteliales



Nota. Elaboración propia

Cilindros con morfología especial

Existen otro tipo de cilindros que se pueden clasificar en:

- Cilindros anchos: se forman en los túbulos colectores cuando existe una disminución del flujo renal de la zona. Pertenecen al tipo epitelial.
- Cilindros estrechos: se forman en los túbulos en los cuales se encuentra disminuida la luz por cicatrices o tumefacciones en la zona.
- Cilindros contorneados: se forman en los túbulos contorneados.
- Cilindroides: no son verdaderos cilindros.
- Cilindros de uratos: formados por varias sales de ácido úrico.

Identificación de los cristales en el sedimento urinario

Existen multitud de cristales que depende del compuesto del que están formados y del pH al que se encuentra la orina. Los cristales solo poseen significado clínico en ciertas ocasiones.

En las orinas ácidas se observan cristales de uratos amorfos, de ácido úrico y de oxalato cálcico; mientras que en las orinas alcalinas se observan los cristales de fosfatos. Su presencia en la orina se denomina cristaluria y existen varios métodos para ayudar a su distinción como son la luz polarizada o los métodos químicos.

Una de las principales características de la orina es la refringencia, que bajo la luz polarizada se denominará birrefringencia, siendo esta positiva si el cristal aparece en un tono azul o negativa si aparece en un tono amarillo.

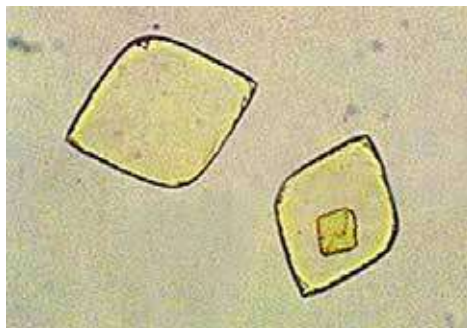
Entre los cristales más frecuentes están:

Cristales de ácido úrico

Aparecen en las orinas ácidas, y poseen formas muy diversas como cristales romboidales, aislados, cruzados o en rosetas, pudiendo aparecer con forma rectangular o hexagonal. Poseen un color amarillo rojizo.

Son frecuentes en las orinas concentradas, en la fiebre, en la gota y en los tumores. Pero por lo general no tienen gran interés. También se relacionan con cálculos en las vías urinarias. Ocasionalmente el ácido úrico aparece amorfo.

Figura 31. Cristales de ácido úrico



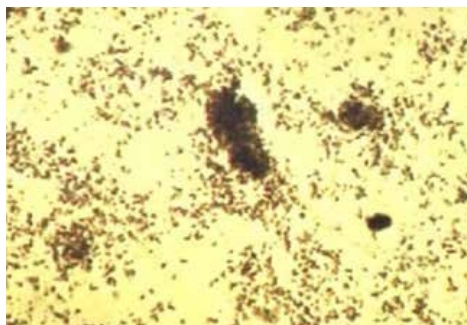
Nota. Elaboración propia

Cristales de uratos amorfos

Se dan en orinas ácidas o neutras, en forma de cristalina amorfa. Pueden ser uratos de sodio, potasio, magnesio o calcio. Pueden proceder de la alimentación, o estar presentes en las orinas concentradas de los estados febriles.

Se trata de granulaciones oscuras con un color amarillo-anaranjado o rosado.

Figura 32. Cristales de ácido úrico



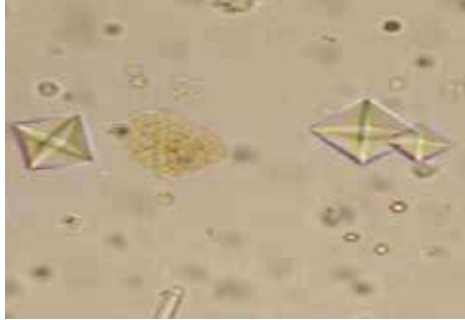
Nota. Elaboración propia

Cristales de oxalato cálcico

Aparecen en orinas con un pH ácido o neutro. Se trata de cristales incoloros, birrefringentes y con forma de sobre de carta o con formas octaédricas. El tamaño puede ser variable. Se puede presentar en dietas ricas en oxalatos

como el tomate, ajo, naranja o espárragos. También aparecen en la diabetes o hepatopatías. Están muy relacionados con los cálculos urinarios.

Figura 33. Cristales de oxalatos cálcico



Nota. Elaboración propia

Cristales de ácido hipúrico

Se trata de cristales muy raros que se pueden dar en cualquier pH, pero sobre todo en orinas ácidas y neutras. Son incoloros o amarillentos con diversas formas, como, por ejemplo: forma de prismas hexagonales, agujas o placas romboidales. Con frecuencia están agrupados. Son similares a los cristales de ácido úrico. No tienen significación clínica.

Figura 34. Cristales de ácido hipúrico

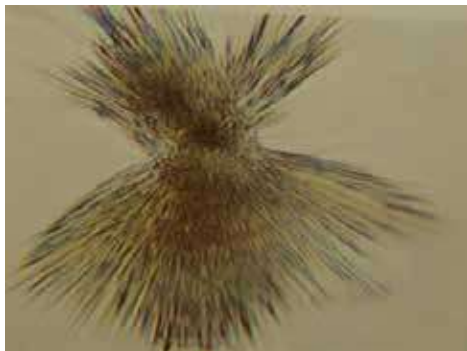


Nota. Elaboración propia

Cristales de leucina y tirosina

Aparecen normalmente juntos como resultado de una grave enfermedad hepática. Se encuentran en las orinas ácidas y presentan tonos amarillentos. La tirosina tiene forma de haces o rosetas y la leucina forma gotas en cuyo interior aparece una cruz típica si se observa con luz polarizada. Se trata de enfermedades donde hay destrucción o necrosis tisular.

Figura 35. Cristales de leucina y tirosina



Nota. Elaboración propia

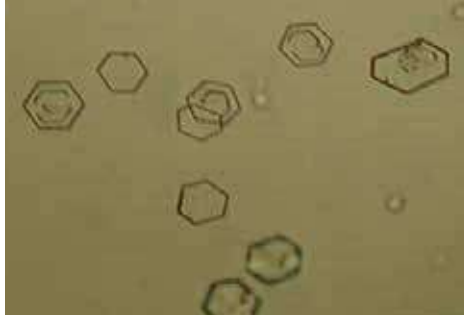
Cristales de cistina

Aparecen en orinas ácidas con forma de placas hexagonales incoloras y muy finas con una alta refracción. Son insolubles al ácido acético, alcohol, acetona y éter.

Su aparición se denomina cistinuria.

La mayoría de las veces aparecen en pacientes con desórdenes metabólicos.

Figura 36. Cristales de cistina



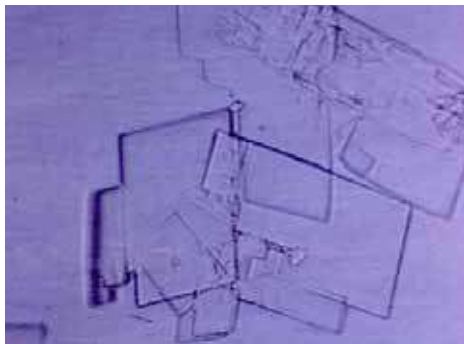
Nota. Elaboración propia

Cristales de colesterol

Pueden encontrarse en orinas ácidas o neutras, aunque no son muy comunes encontrarlos en el sedimento de la orina.

Se observan como unas láminas planas transparentes con los bordes mellados o con forma de placas o prismas transparentes hendidas regular o irregularmente. Se pueden encontrar en el síndrome nefrótico y predominan en la quiluria, donde hay rotura de los vasos linfáticos de la pelvis renal. No se encuentran en individuos sanos.

Figura 37. Cristales de cistina



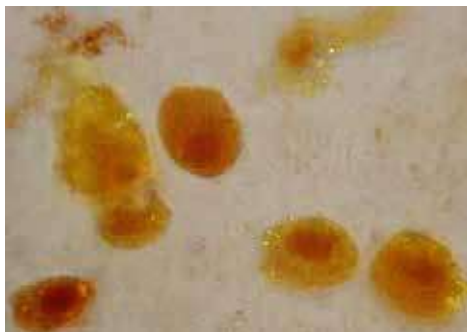
Nota. Elaboración propia

Cristales de bilirrubina

Se trata de cristales finos con forma de prismas aciculares que se agrupan en haces simétricos. También poseen forma de agujas y poseen un color pardo rojizo.

Son unos cristales muy parecidos a los de ácido úrico, pero se diferencian en que los de bilirrubina son solubles en cloroformo. Se encuentran en pacientes con niveles altos de bilirrubina por lo que su presencia siempre será patológica, estando relacionada con patologías hepáticas o algún tipo de hemólisis.

Figura 38. Cristales de cistina



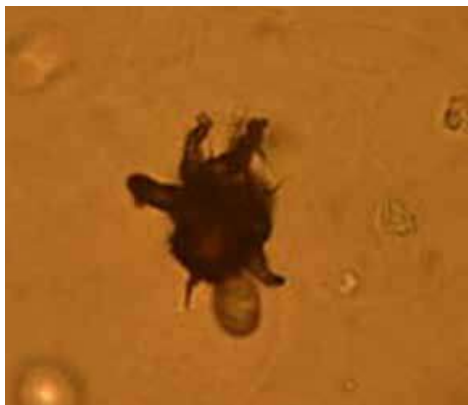
Nota. Elaboración propia

Cristales de urato amónico

Son los únicos uratos que se encuentran en las orinas alcalinas.

Son de color amarillo-marrón y poseen diversas formas que se relacionan con el pH sugiriendo orígenes distintos. Pueden aparecer con forma esférica con una estriación radial en pH ligeramente alcalinos, o presentar formas de prismas aciculares que se agrupan en haces con bordes irregulares en pH muy alcalinos.

Figura 39. Cristales de urato amónico



Nota. Elaboración propia

Cristales de carbonato cálcico

Aparecen en orinas alcalinas o neutras con formas amorfas o de rombo, agrupándose en rosetas. Se pueden confundir con los cristales de ácido úrico. Pueden existir en personas normales que ingieren muchos vegetales o bicarbonato sódico pero su presencia puede estar relacionada con las infecciones ureolíticas.

Figura 40. Cristales de carbonato cálcico



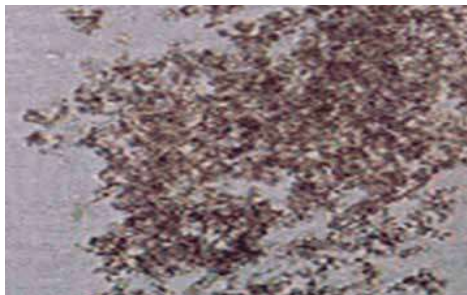
Nota. Elaboración propia

Cristales de fosfatos amorfos

Aparecen en orinas alcalinas o neutras. Se encuentran como agrupaciones de pequeños gránulos, pero sin que tengan ninguna significación clínica.

Se encuentran de manera abundante en pacientes con litiasis de fosfato cálcico indicando riesgo de recidiva.

Figura 41. Cristales de fosfatos amorfos

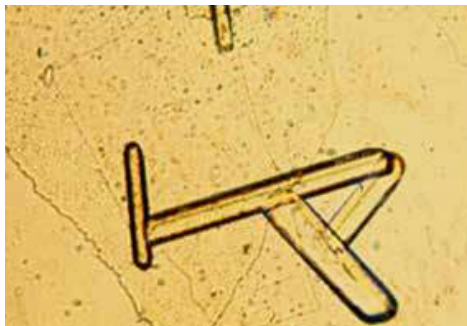


Nota. Elaboración propia

Cristales de fosfato ácido-cálcico

Se trata de formaciones que cristalizan a pH alcalino y aparecen como prismas monoclinicos aislados o formando rosetas. Aparecen cuando existe una hipercalcemia o hiperfosfatemia y cuando existen obstrucciones y presencia de catéteres. Generalmente no presentan interés clínico.

Figura 42. Cristales de fosfatos ácido-cálcico

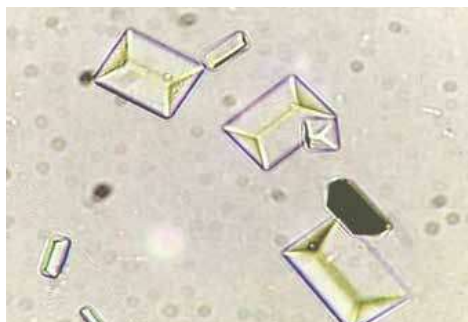


Nota. Elaboración propia

Cristales de fosfato triple o cristales de fosfato amónico- magnésico

Son cristales incoloros con forma de prismas de tres a seis caras, que pueden tener aspecto de ataúd. Son el resultado de la fermentación amoniacal de las bacterias. También aparecen cuando existe una hiperamoniuria de origen infeccioso o metabólico.

Figura 43. Cristales de fosfato triple



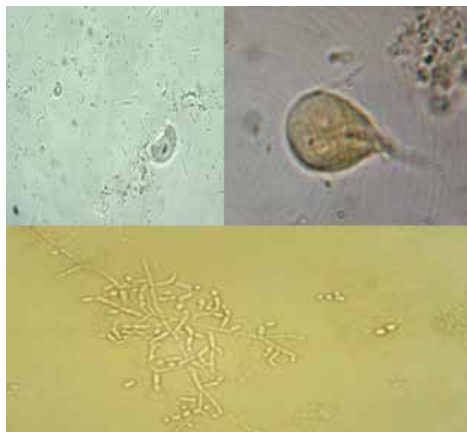
Nota. Elaboración propia

Identificación de bacterias, parásitos y hongos en el sedimento urinario

En la orina normal no existen bacterias, por lo que su aparición puede ser el resultado de una contaminación de las bacterias presentes en la vagina o en la uretra. Si se trata de una orina estéril, su aparición será significativa de una infección bacteriana que suele ir acompañada de leucocitos.

Los hongos no es normal encontrarlos tampoco, siendo cuando aparecen, sobre todo, *Candida albicans*. Los hongos tienen una forma ovalada, que se suelen confundir con los eritrocitos, aunque son más pequeños. En ocasiones pueden tener unas evaginaciones tubulares denominadas hifas. En cuanto a las formas parasitarias más frecuentes se tienen los trofozoitos de *Trichomonas vaginalis* y los huevos de *Enterobius vermicularis*.

Figura 44. Identificación de bacterias, parásitos y hongos



Nota. Elaboración propia

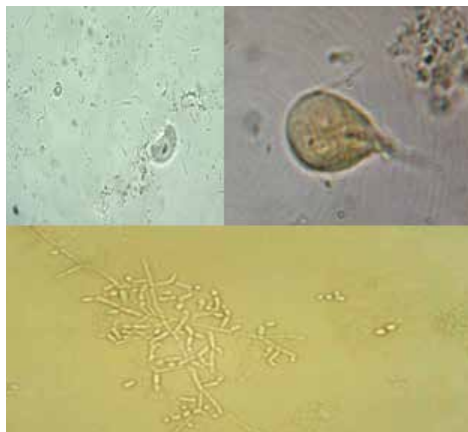
Elementos contaminantes en el sedimento urinario

Se trata de artefactos que pueden aparecer en una muestra de orina como consecuencia de una contaminación causando una posible confusión, por lo que tendrán que ser tenidos en cuenta. Esta contaminación se puede originar por una mala recogida de la muestra o una mala manipulación de la misma en el laboratorio.

Pueden aparecer restos de celulosa, almidón, algodón, talco, gotas de grasa.

En el caso de que la muestra de orina sea contaminada con heces habrá que pedir al paciente que recoja una nueva muestra.

Figura 45. Elementos contaminantes en el sedimento urinarios



Nota. Elaboración propia

Otros parámetros

El tracto urinario puede infectarse por diversas especies bacterianas que tienen la capacidad de convertir los nitratos de la dieta, que se excretan a través de la orina, en nitritos. En consecuencia, la identificación de nitritos en la orina sirve como una indicación muy fiable del nivel de infiltración bacteriana en el tracto urinario.

Inicialmente, Greiss utilizó reactivos líquidos en su método, pero desde entonces estos han sido reemplazados por tiras reactivas. Estas tiras contienen una combinación de ácido parasanílico y tetrahidrobenzoquinolina, lo que produce un color rosado cuando interactúan con los nitritos que se encuentran en las bacterias. Los falsos positivos no son un problema debido a su alta especificidad. Sin embargo, los falsos negativos son bastante comunes debido a la baja sensibilidad cuando las bacterias no logran convertir los nitratos en nitritos.

Si bien las bacterias pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae poseen la capacidad de transformar nitratos en nitritos, no todas las bacterias que causan infecciones del tracto urinario pueden producir resultados positivos en las pruebas de nitritos. Un ejemplo de esto es el enterococo.

Los microorganismos que reducen los nitratos a amoníaco, óxido nítrico, óxido nitroso, hidroxilamina o nitrógeno, dan siempre un resultado negativo a los nitritos.

Las orinas con pH alcalino se encuentran más frecuentemente relacionadas con infección urinaria que las que muestran un pH ácido. La presencia de cristales de estruvita (fosfato amónico-magnésico) se encuentra siempre asociada a orina alcalina y bacteriuria por microorganismos urealíticos (*Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Providencia spp* y *Corynebacterium urealyticum*).

La presencia de bacteriuria en el sedimento urinario puede atribuirse a una infección urinaria o a una contaminación de la orina provocada por diversos factores. Según algunas fuentes, se recomienda incluir la bacteriuria en el informe del análisis del sedimento urinario sólo cuando esté relacionada con la leucocituria. Esto se debe a que los dos factores suelen indicar infección y se consideran sinónimos entre sí.

La bacteriuria suele caracterizarse por la presencia de leucocituria, lo que indica una cantidad superior a 10 leucocitos por campo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la leucocituria no significa necesariamente que haya una infección urinaria. En los casos en los que se encuentra bacteriuria sin leucocituria, es probable que se deba a contaminación y debe tratarse como tal.

Por lo general, las bacterias no están presentes en la orina normal. Sin embargo, la contaminación ocurre con frecuencia cuando la orina se recolecta sin un catéter o recipiente estéril. Además, cuando la orina se deja a temperatura ambiente durante períodos prolongados, los microorganismos pueden proliferar rápidamente. La bacteriuria se clasifica como leve, moderada o grave, pero en algunos casos puede ser más ventajoso omitir informarla por completo.

Para el análisis de orina se han ensayado diversas pruebas bioquímicas, de las cuales, en la actualidad, los nitritos y el leucocito esterasa, determinables mediante tiras reactivas colorimétricas y cuya lectura es visual o automática, son las que presentan unos mayores índices de sensibilidad y especificidad diagnóstica frente al examen microscópico del sedimento urinario.

Las pruebas bioquímicas, de rápida ejecución y fácilmente automatizables, se han recomendado para detectar bacteriurias en pacientes asintomáticos y, generalmente, se utilizan en los laboratorios como predictores negativos para seleccionar las muestras de orina a cultivar.

Diversos estudios han comparado los principales parámetros bioquímicos de la tira reactiva con el sedimento urinario en personas asintomáticas. Según la bibliografía consultada, la utilización conjunta de dichas pruebas bioquímicas puede alcanzar sensibilidades, especificidades, VPP y VPN próximos e

incluso superiores al 80%, frente al sedimento urinario. La combinación leucocito esterasa + nitritos presenta una máxima sensibilidad y especificidad. Tiene además un alto VPP y VPN (superior al 90%).

Muchas especies de bacterias que infectan las vías urinarias metabolizan por reducción los nitratos procedentes de la alimentación que son eliminados por la orina a nitritos. Por tanto, la detección de nitritos en la orina es un indicador muy fiable del grado de invasión bacteriana del tracto urinario.

El método original de Greiss empleaba reactivos líquidos que han sido sustituidos por las tiras reactivas. La tira está impregnada de ácido p-arsanílico y tetrahydrobenzo-quinolina, que toma un color rosado cuando reacciona con los nitritos bacterianos. No existen resultados falsos positivos (alta especificidad). Sin embargo, sí es relativamente frecuente la aparición de resultados falsos negativos (baja sensibilidad) si la bacteria no reduce los nitratos a nitritos.

Muchos autores muestran que la detección de los nitritos es el indicador bioquímico más exacto de infección de las vías urinarias (ITU), sobre todo en los ancianos, apareciendo positivo en más del 80% de las ITU en el momento del ingreso. Por ello, la determinación de los nitritos es un método fiable para la detección precoz de la ITU (27).

La detección de leucocituria mediante la prueba de la esterasa leucocitaria no es sinónimo de infección del tracto urinario (ITU).

La detección de bacteriuria mediante el examen de la tinción de Gram de la orina no centrifugada ofrece valores de sensibilidad y especificidad muy próximos al 95% en comparación con los resultados ofrecidos por los cultivos convencionales de la orina.

Examen microscópico automatizado de sedimento urinario

Actualmente existen en el mercado tres tecnologías disponibles:

- Citometría de flujo.
- Microscopía automática sobre muestra de orina original.
- Microscopía automática sobre orina centrifugada.

Aunque el examen microscópico manual sigue siendo considerado como el método de referencia cuando es realizado por un método estandarizado, supone muchos pasos (centrifugación, decantado, re-suspensión) en los cua-

les se pueden producir pérdidas y deterioro de elementos y dar lugar a imprecisión e inexactitud en los resultados.

El laboratorio debe seguir las instrucciones del fabricante para la manipulación preanalítica de las muestras de orina, puesta en marcha del equipo, calibración, control de calidad, identificación adecuada de la muestra y procesamiento del equipo en general.

El operador debe estar capacitado en el uso del sistema y con las características y especificaciones del desempeño del equipo, provistas por el fabricante. Como con cualquier método del laboratorio clínico automatizado, el laboratorio debe verificar el desempeño, determinando los siguientes parámetros:

- Precisión.
- Veracidad.
- Sensibilidad analítica.
- Especificidad analítica.
- Rango de medida analítica.

Se recomienda el uso de las guías del CLSI indicados en las referencias bibliográficas de este documento

Elementos formes identificables

Los elementos del sedimento que debieran ser identificados mediante un examen microscópico de orina son los siguientes:

Células epiteliales:

- Escamosas
- Del túbulo renal
- Urotelial o del epitelio de transición.

Células sanguíneas:

- Eritrocitos
- Leucocitos

Cilindros:

- Bacterianos
- Hialinos
- Granulosos finos
- Granulosos gruesos
- Céreos
- Eritrocitarios
- Leucocitarios

Microorganismos:

- Bacterias
- Parásitos
- Levaduras

Cristales:

- Uratos amorfos
- Fosfatos amorfos
- Oxalato de calcio
- Fosfato triple
- Ácido úrico
- Placas de colesterol
- Cistina

Varios:

- Contaminantes
- Mucus
- Espermatozoides

Se debe considerar la solicitud del médico, sexo, edad del paciente y antecedentes adicionales para identificar e informar algunos elementos. Cuando el médico solicite hacer valoración de dismorfias se deben utilizar muestras frescas.

En algunos casos el microscopio de luz polarizada ayuda a identificar grasas y reconocer cristales; en otros, cuando no es suficiente la lectura directa, entonces se puede hacer una tinción para identificar o confirmar algunos elementos, principalmente bacterias, mediante una tinción de Gram. Se puede usar una o más de las tinciones especiales descritas a continuación:

Tabla 8. Tinciones especiales

Tinción	Efecto	Utilidad
Azul de toluidina	Destaca detalles del núcleo.	Diferenciación de leucocitos y células del epitelio tubular renal.
Ácido acético 2%	Destruye eritrocitos y destaca núcleos de leucocitos.	Distinción entre eritrocitos, leucocitos, levaduras gotas de grasa y cristales.
Aceite rojo O Sudán III	Tinción de triglicéridos y grasa de color rojo-anaranjado.	Identificación de gotas de grasa y células o cilindros conteniendo lípidos.
Gram	Diferencia bacterias Gram positivas y Gram negativas.	Identificación de cilindros bacterianos.
Hansel	Tinción de gránulos eosinofílicos en base a azul de metileno y eosina Y.	Identificación de eosinófilos.
Azul de Prusia	Tinción de estructuras que contienen hierro.	Identificación de gránulos de hemosiderina color amarillo-café en células y cilindros.

Nota. Elaboración propia.

Informe de resultados

Se recomienda emitir el informe de acuerdo con la normativa vigente para los laboratorios clínicos. Expresión de los resultados

Expresar los recuentos como promedio por unidad de volumen o células por campo. En el caso de utilizar células por campo, estos deben ser al menos la media de la observación de 10 campos. En leucocitos y eritrocitos, se puede informar por rango:

- 0-2
- 2-5

- 5-10
- 10-25
- 25-50
- 50-100
- >100

Células epiteliales, bacterias, cristales y otros elementos son frecuentemente informados en términos semicuantitativos utilizando los siguientes términos:

- No se observan
- Muy escasos
- Escasos
- Abundantes

El contenido del informe debe ser evaluado según la solicitud del médico y condiciones del paciente como por ejemplo edad y sexo. Tomar consideraciones especiales en menores de edad con los elementos a informar, como por ejemplo el hallazgo de espermatozoides. Se debe indicar el volumen inicial de muestra, en situaciones de muestras escasas, para una interpretación adecuada de los resultados.

Tabla 9. Valores de referencia del sedimento de orina

ELEMENTOS FORMES	VALORES DEREFERENCIA
Eritrocitos	< 5 células/ μ l o 0-3 por campo (40x)
Leucocitos	< 10 células / μ l o 0-5 por campo (40x)
Cilindros	Negativo o 0-2 campo cilindro hialino (10x)
Cristales	Negativo

Nota. Elaboración propia.

UROANALISIS

1^{ra} Edición

Referencias



1. Campuzano M., Arbeláez M. El uroanálisis: un gran aliado del médico. *Revista Urología Colombiana*. 2007; 16(1).
2. Grases F, et al. Tipos de cálculos renales. Relación con la bioquímica urinaria. *ArchEspUrol*. 2001; 54.
3. Aguilar A., Solís M., Villa M. Atlas de sedimento a. urinario Medellín, Colombia: Editorial universidad de Antioquia; 2003.
4. Seguridad en el laboratorio clínico. Análisis de orina y de los líquidos corporales: Editorial Médica Panamericana; 2010.
5. Fernández D., Di Chiazza S., Veyretou F., González L. Análisis de orina: estandarización y control de calidad. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*. 2014; 48(2).
6. Delgado L., Rojas M., Carmona M. Análisis de una muestra de orina por el laboratorio: Libros de laboratorio; 2011.
7. González F. Pruebas de función renal. *Cyber Pediatría*. [Online].; 2005. Available from: <http://www.cyberpediatria.com.ve>.
8. Ban K., Easter J. Selected urologic problems. In Marx J. Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2009. p. 97.
9. Ferrandino M., Pietrow P., Preminger G. Evaluation and medical management of urinary lithiasis. In Wein A. Campbell-Walsh Urology. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2011. p. 46.
10. Alonso E., et al. Documento de consenso sobre profilaxis postexposición ocupacional y no ocupacional en relación con el VIH, VHB y VHC en adultos y niños: GeSida; 2015.
11. National Fire Protection Association (NFPA). Sistema Estándar para la Identificación de los Peligros de Incendio de Materiales. [Online].; 2019. Available from: <https://www.nfpa.org/>.
12. OSHA. Estándar de Comunicación de Peligros Federales. [Online].; 2012. Available from: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjvNPqlsmBAxV2jlkEHcXaDUUQFnoECA0QAw&url=https%3A%2F%2Fwww.osha.gov%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F2021-07%2FComunicaci%25C3%25B3n%2520de%2520Riesgos%2520Para%2520Empleador%2520%2526>

- 13.
14. Castaño I., Slon M., García N. Estudios de función renal: función glomerular y tubular. *Análisis de la orina*. Nefroplus. 2009; 2(1).
15. Serrano C. Riñón (histología). [Online].; 2023. Available from: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/rinon-histologia>.
16. U.S. Department of Health and Human Services. Los riñones y su funcionamiento. [Online].; 2018. Available from: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/enfermedades-rinones/rinones-funcionamiento>.
17. Hemstreet G., et al. Sistemas renal y urinario el cuerpo humano. [Online].; 2013. Available from: https://www.cso.go.cr/temas_de_interes/higiene/enciclopedia/04_condiciones_riesgo_aparato_renal_urinario.pdf.
18. Pérez D. ¿Cuál es la función principal de los riñones y cómo funcionan? [Online].; 2018. Available from: <https://zonahospitalaria.com/cual-es-la-funcion-principal-de-los-rinones-y-como-funcionan/>
19. UNSE. Formación de la Orina. [Online].; 2019. Available from: [https://www.google.com/search?q=Seg%C3%BAn+algunos+investigadores%2C+una+presi%C3%B3n+de+filtrado+efectiva+de+1mmHg+da+lugar+a+una+tasa+de+filtraci%C3%B3n+glomerular+de+12%2C5+ml+por+minuto+\(incluyendo+ambos+r%C3%B3nes\).&oq=Seg%C3%BAn+algunos+investigad](https://www.google.com/search?q=Seg%C3%BAn+algunos+investigadores%2C+una+presi%C3%B3n+de+filtrado+efectiva+de+1mmHg+da+lugar+a+una+tasa+de+filtraci%C3%B3n+glomerular+de+12%2C5+ml+por+minuto+(incluyendo+ambos+r%C3%B3nes).&oq=Seg%C3%BAn+algunos+investigad).
20. Barber M., Barber E. El sistema renina-angiotensina y el riñón en la fisiopatología de la hipertensión arterial esencial. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 2003; 22(3).
21. Sociedad Española de Nefrología. Fisiología Renal. [Online].; 2020. Available from: <https://nefrologiaaldia.org/es-articulo-fisiologia-renal-335>.
22. Khan Academy. Transporte activo. [Online].; 2019. Available from: <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/facilitated-diffusion/a/active-transport>.
23. Carracedo J., Ramírez R. Fisiología Renal. [Online].; 2020. Available from: <https://nefrologiaaldia.org/es-articulo-fisiologia-renal-335>.
24. Studocu. Resumen de la función renal. [Online].; 2017. Available from:

- <https://www.studocu.com/cl/document/universidad-nacional-andres-bello/fisiologia/sistema-urinario-explicacion-y-ejercicios/4355151>.
25. Quimica.es. Orina. [Online].; 2023. Available from: <https://www.quimica.es/enciclopedia/Orina.html>.
 26. Strasinger S., Di Lorenzo M. Análisis de orina y de los líquidos corporales: Editorial Médica Panamericana; 2010.
 27. Salabarría J., Santana S. Laboratorio Clínico y función renal Madrid: Editorial EAE Académica Española; 2011.
 28. MedlinePlus. Pruebas de células epiteliales en la orina. [Online].; 2022. Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/pruebas-de-celulas-epiteliales-en-la-orina/>.
 29. Chantal, B. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. [Online].; 1998. Available from: <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Sumario+del+Volumen+I.pdf/18ea3013-6f64-4997-88a1-0aadd719faac?t=1526457520818>.
 30. Gómez R., Pellegrini P., Retamales E., Valenzuela C. Recomendaciones para el análisis de líquidos biológicos. [Online].; 2016. Available from: <https://www.ispch.cl/sites/default/files/Recomendaciones%20para%20el%20Análisis%20Líquidos%20Biológicos.pdf>.
 31. Laso M. Interpretación del análisis de orina. Archivos Argentinos de Pediatría. 2002; 100(2).
 32. Villa Y. Complicaciones de infecciones de vías urinarias durante el embarazo Hospital Gineco-Obstétrico Enrique Sotomayor, en el período del 6 de septiembre del 2012 a febrero 2013: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Médicas. Escuela de Obstetricia; 2013.

UROANALISIS

1^{ra} Edición



Publicado en Ecuador
Enero 2023

Edición realizada desde el mes de febrero del 2023 hasta junio del año 2023, en los talleres Editoriales de MAWIL publicaciones impresas y digitales de la ciudad de Quito.

Quito – Ecuador

Tiraje 30, Ejemplares, A5, 4 colores; Offset MBO
Tipografía: Helvetica LT Std; Bebas Neue; Times New Roman.
Portada: Collage de figuras representadas y citadas en el libro.