

Número Once

BOLETÍN DIGITAL

ISSN 3072-9084

Boletín de Trabajos y Publicaciones Científicas de la
Asociación de Médicos Forenses de la República Argentina



AMFRA

Asociación de Médicos Forenses
de la República Argentina

www.amfra.org.ar

2026

BOLETÍN DE TRABAJOS Y PUBLICACIONES CIENTÍFICAS AMFRA

BOLETÍN DIGITAL

ISSN 3072-9084

El Boletín de Trabajos y Publicaciones Científicas de AMFRA es una publicación virtual en formato revista de aparición trimestral, cuyo objetivo fundamental es brindar un espacio abierto de expresión escrita para las/los asociadas/os y profesionales invitados, a fin de facilitar la difusión en la comunidad científica de sus conocimientos, actualizaciones temáticas y experiencias prácticas obtenidas durante la labor pericial. El medio que propone el Boletín, es la publicación de artículos y trabajos originales sobre temas referentes a la Medicina Legal, con sus subdisciplinas, especialidades afines, Medicina del Trabajo, así como también todas las áreas de conocimiento que integran las Ciencias Forenses. La responsabilidad por el contenido en texto e iconográfico, afirmaciones y autoría de los artículos y trabajos publicados corresponde exclusivamente a sus autores.

COMISIÓN DIRECTIVA – AMFRA (2025 – 2027)

Presidente: FOYO ROBERTO

Vicepresidente: GABRIELA ALEJANDRA TINTO

Secretario General: WARON Leonardo RAUL

Secretario de Hacienda: RUBINSTEIN NORBERTO JULIO

Secretario de Actas: SANTANDER ROMINA DANIELA

Secretario de Prensa: LAZCANO RAUL

Secretario Relaciones Científicas y Académicas: LOSSETTI OSCAR IGNACIO

Secretaría de Asuntos Profesionales: BERTE EDUARDO

AUTORIDADES DE LA PUBLICACIÓN:

DIRECTOR ACADÉMICO: Oscar Lossetti

DIRECTOR EDITORIAL: Daniel Silva

COORDINADOR: Gabriel Andrés Navarro

COMITÉ CIENTÍFICO y JURADO EDITORIAL:

Oscar Lossetti

Daniel Silva

Roberto Oscar Foyo

Leonardo Raúl Waron

Gabriela Alejandra Tinto

Guido Berro Rovira

Av. Triunvirato 4135 3° 49 CABA - boletin@amfra.org.ar www.amfra.org.ar

Número Once

BOLETÍN DIGITAL

- ② Odontología forense
- ② Patología medicolegal
- ② Medicina del Trabajo
- ② Derecho médico
- ② Criminalística
- ② Criminología
- ② Psiquiatría
- ② Sexología medicolegal

Sumario

- Potasio Postmortem: Desafíos analíticos y relevancia médico legal en el diagnóstico de muertes relacionadas a la administración exógena de potasio** **Pág 04**
HÉCTOR ANDRÉS SUÁREZ; ARACELI MINETTI; INÉS RAMONA GONZÁLEZ
- Riesgo cierto y no inminente: delimitaciones conceptuales y clínicas** **Pág 08**
MARTÍN MAZZOGLIO Y NABAR, JOSÉ MUCCIACCIARO, MARÍA AMELIA PROYETTI, MILAGROS MUÑIZ, ROBERTO FOYO, DANIEL SILVA
- Fundamentos Básicos de Biomecánica Forense. Parte II: Lesiones cutáneas contusas y por instrumentos de punta y filo** **Pág 14**
ANDRADA, BRAIAN D., LOSSETTI, OSCAR I.
- TUBERCULOSIS EN EL CADÁVER Y BIOSEGURIDAD EN LA AUTOPSIA** **Pág 19**
Análisis crítico del valor de la refrigeración cadavérica como medida de reducción del riesgo laboral
DÍAZ GRIGAITES, SEBASTIÁN

Potasio Postmortem: Desafíos analíticos y relevancia médico legal en el diagnóstico de muertes relacionadas a la administración exógena de potasio

HÉCTOR ANDRÉS SUÁREZ (1); ARACELI MINETTI (2); INÉS RAMONA GONZÁLEZ (3).

(1-2-3) Bioquímicos. Laboratorio de Toxicología. Laboratorio de Toxicología del Hospital de Niños de la Santísima Trinidad de la ciudad de Córdoba, Argentina.

Resumen: La interpretación bioquímica postmortem de los niveles de potasio es compleja debido a los procesos de autólisis. El humor vítreo se prefiere a las muestras de sangre por su protección física frente a la degradación microbiana; sin embargo, la interpretación de los parámetros cuantificados en el mismo se dificulta, debido principalmente al desconocimiento de la cinética de equilibrio entre los distintos fluidos biológicos. Por su parte, la sangre postmortem suele presentar hemólisis, lo que invalida los rangos clínicos estándar. Además, el potasio, se filtra rápidamente desde la retina, perdiendo utilidad diagnóstica en la matriz antes mencionada. Por ello, los resultados sólo son válidos para su interpretación, si se integran con toda la evidencia circunstancial de cada caso.

Abstract: Postmortem biochemical interpretation of potassium levels is complex due to autolysis. Vitreous humor is preferred over blood samples because of its physical protection against microbial degradation; however, interpreting the parameters quantified in it is difficult, mainly due to a lack of understanding of the equilibrium kinetics between different biological fluids. Postmortem blood often exhibits hemolysis, which invalidates standard clinical ranges. Furthermore, potassium is rapidly filtered from the retina, losing diagnostic utility in the aforementioned matrix. Therefore, the results are only valid for interpretation when considered in conjunction with all the circumstantial evidence of each case.

Palabras claves: potasio – humor vítreo – intervalo postmortem.

Key words: potassium – vitreous humor – postmortem Interval.

Introducción: La interpretación del análisis de distintos parámetros bioquímicos en el periodo postmortal presenta una complejidad intrínseca, derivada de la labilidad de los analitos ante procesos autolíticos cadavéricos que repercuten directamente sobre la concentración de estos. En consecuencia, para una interpretación correcta, se requiere una integración rigurosa de toda la evidencia circunstancial disponible para cada caso. Los trastornos electrolíticos de potasio tienen causas naturales como en las enfermedades renales o metabólicas con hiperglicemias; o de origen no natural como la administración de medicamentos. Las concentraciones de potasio en la sangre periférica tienen un rango normalmente estrecho de 3,5 a 5,0 mEq/L, este nivel se distribuye en dos principales compartimentos el intracelular y extracelular con una proporción de 98% y 2% respectivamente (1). Cuando los niveles de potasio sérico tienen un aumento importante ($\geq 6,5$ mEq/L) el organismo presenta alteraciones principalmente en la función de los tejidos de los músculos, nervios y el corazón, y pueden provocar síntomas de debilidad muscular, parálisis ascendente, palpitaciones cardíacas y parestesias, ocasionalmente puede provocar arritmias. Usualmente pueden ocurrir elevaciones de potasio en sangre a 8 – 9 mEq/L, acompañado de signos y síntomas relacionados a la hiperkalemia. Los eritrocitos contienen aproximadamente 105 mEq/L de concentración de potasio intracelular, por ello la medición de potasio en sangre entera es del orden de 77 a 84 mEq/L (5). La aplicación de cloruro de potasio de forma parenteral puede provocar dolor en el sitio de aplicación, como consecuencia de esto, aumenta la concentración de potasio en sangre el cual induce a trastornos eléctricos cardíacos, caracterizados por un aumento en la excitabilidad con posterior depresión de esta y disminución en la conducción y automaticidad del músculo cardíaco.

La utilización del humor vítreo es beneficioso para muchos analitos, ya que la cavidad del globo ocular se encuentra en un entorno físicamente protegido. Este medio puede verse menos afectado por la autólisis o el metabolismo microbiano comparado con las muestras de sangre. Sin embargo, la interpretación de los

resultados puede ser compleja por varios factores como por ejemplo que a menudo no se disponen de valores de referencia definidos en vida, además existe escasez de conocimiento con respecto a la velocidad de equilibrio de muchos analitos entre los distintos fluidos como la sangre, el humor vítreo y otros fluidos que pueden muestrearse, los efectos de los cambios postmortem son difíciles de cuantificar, falta de datos o estudios que permitan estimar estos cambios cinéticos de los analitos antemortem – postmortem. Los resultados sólo pueden interpretarse adecuadamente a la luz de toda la información disponible sobre el caso. En las investigaciones de muerte, aunque las muestras recolectadas post mortem son las únicas que suelen estar disponibles para análisis bioquímicos y análisis toxicológico, en general, la información sobre la concentración del analito u otro parámetro fisiológico antes o en el momento de muerte no es viable. Las muestras de sangre de manera recurrente se hemolizan, existe la posibilidad de contaminación de la muestra durante la recolección y la probabilidad de otros cambios como la pérdida de analitos lábiles. Resulta pertinente recordar que la mayoría de los valores de referencia clínicos se establecen para plasma o suero, y no para sangre completamente hemolizada, incluso para analitos estables como muchos fármacos (1, 3).

Los valores de referencia en humor vítreo son difíciles de establecer. La validación del método también se ve comprometida por la falta de material de referencia. Además, el tiempo necesario para el equilibrio del analito entre el plasma y el humor vítreo durante la vida sigue siendo desconocido para muchos analitos. Se ha descrito que las concentraciones de potasio difieren hasta en 2,34 mmol/L entre ambos ojos en muestras de cuerpos no putrefactos. Sin embargo, estas y otras diferencias reportadas podrían deberse simplemente a problemas en la recolección y manipulación de las muestras. Más importante aún, después de la muerte, el potasio se filtra rápidamente de la retina y, por lo tanto, el potasio vítreo no es un indicador confiable del potasio plasmático antemortem y tiene un valor mínimo en el diagnóstico de la administración exógena de potasio. La contaminación de la muestra con células retinianas también es una fuente reconocida de concentraciones falsamente elevadas de potasio vítreo. Por lo tanto, la aspiración debe ser lo más cuidadosa posible para minimizar el riesgo de contaminación con fragmentos de retina (1). Sturmer fue uno de los primeros científicos que en la década de los 60 analizó dicho incremento, encontrando una relación lineal que viene expresada mediante la siguiente ecuación (4).

$IPM=7,14x[K+(mEq/l)] -39,1$ (IPM: intervalo postmortal en horas).

Por otro lado, el respetado forense Burkhard Madea, en Alemania, ajustó el modelo lineal de Sturmer incluyendo otros parámetros clínicos como urea y glucosa, obteniendo la siguiente recta (4):

$IPM=5,26x[K+(mEq/l)] -30,9$

Materiales y Métodos:

Se describen 2 casos de muertes neonatales con sospecha de administración de potasio.

Se recibieron muestras biológicas procedentes del Instituto de Medicina Forense de la ciudad de Córdoba, correspondientes a dos estudios necrópsicos con sospecha de administración exógena de potasio. El análisis se realizó sobre matrices de líquido cefalorraquídeo, humor vítreo y sangre entera. La determinación de las concentraciones de potasio se llevó a cabo mediante potenciometría indirecta, utilizando un analizador Cobas 6000 (módulo c501).

1er Caso:

Niña que nace de parto vaginal (Apgar 8-9), madre de 16 años, al examen físico y a otros datos del contexto del nacimiento no reflejan anomalías (alteración en el color de la piel, dificultad/capacidad respiratoria, sistema cardiovascular y/o abdominal). Transcurridas 18 horas post-nacimiento presenta una bradicardia extrema, paro cardiorespiratorio, es reanimada e intubada, ingresando a terapia intensiva (recibe adrenalina, gluconato de calcio, bicarbonato). A las 19 hs presenta hipotermia, hipotensión, alteraciones del electrocardiograma (baja contractilidad de las 4 cavidades, arritmia, bradicardia extrema) ausencia de la onda P, elevación del segmento ST. Falleció a las 23 hs de haber nacido.

No presenta análisis bioquímicos realizados premortem. La autopsia es iniciada 15 horas y 15 minutos después del fallecimiento. Se obtienen muestras de sangre, humor vítreo y líquido cefalorraquídeo.

Potasio en humor vítreo: 18,4 mEq/L (libre de hemólisis).

Potasio en líquido cefalorraquídeo: 38,3 mEq/L (libre de hemólisis).

Potasio en sangre (centrifugada): 48,2 mEq/L.

2do Caso:

Niña con nacimiento normal, Apgar 7-9, al examen físico no refleja anomalías (alteración en el color de la piel, dificultad/capacidad respiratoria, sistema cardiovascular y/o abdominal). A los 50 minutos del período neonatal, presenta alteraciones diversas, cianosis marcada, hipotonía generalizada, bradicardia extrema que no revierte con ventilación y fármacos). Los análisis de laboratorio denotan acidosis grave y potasio de 7,07 mEq/L. Electrocardiograma compatible con isquemia miocárdica con ritmo nodal, ausencia de onda P, QRS ancho, marcado nivel del segmento ST. Falleció a las 23 hs y 15 minutos de vida. La autopsia es iniciada 10 hs después del fallecimiento. Se obtuvieron muestras de sangre, humor vítreo y líquido cefalorraquídeo.

Potasio en humor vítreo: 19,5 mEq/L (libre de hemólisis).

Potasio en líquido cefalorraquídeo: 45,5 mEq/L (libre de hemólisis).

Potasio en sangre (centrifugada): 59,6 mEq/L.

Interpretación de Resultados:

En relación con los 2 casos presentados, y teniendo en cuenta que las muestras obtenidas postmortem no superan las 24 hs del fallecimiento, se emplearon los datos del intervalo postmortem (IPM) en los modelos lineales de Sturner y Buckhard, con el fin de proyectar las concentraciones teóricas de potasio en humor vítreo.

Caso N°1	Caso N°2
$K^+ = [10 \text{ hs} + 39,1]/7,14$	$K^+ = [23,25 \text{ hs} + 30,9]/5,26$
$K^+ = 6,88 \text{ mEq/L}$	$K^+ = 10,29 \text{ mEq/L}$
$K^+ = [10 \text{ hs} + 30,9]/5,26$	$K^+ = [23,25 \text{ hs} + 39,1]/7,14$
$K^+ = 7,78 \text{ mEq/L}$	$K^+ = 8,73 \text{ mEq/L}$

Caso N°	[K+] Ecuación Sturner	[K+] Ecuación Buckhard	[K+] Valor experimental
1	6,88 mEq/L	7,78 mEq/L	18,4 mEq/L
2	8,73 mEq/L	10,29 mEq/L	19,5 mEq/L

Tabla N°1: Valores de K+(potasio) calculados a partir de las ecuaciones propuestas por Sturner, Buckhard y el valor de K+ hallado en las muestras de los casos 1 y caso 2.

Con relación a los valores hallados de concentración de potasio en humor vítreo y al compararlos con los valores teóricos obtenidos por las ecuaciones anteriormente descritas, se evidencia que las concentraciones experimentales de potasio excedieron significativamente los valores teóricos estimados, situándose en un rango de 1,9 a 2,6 veces por encima de la proyección matemática.

Discusión:

Existen distintos trabajos analizados con respecto a la administración de potasio intencional/accidental, podemos destacar que la mayoría de estos describen situaciones de administración endovenosa del mismo. Solo uno describe 2 casos de muerte por administración de potasio, en pacientes menores de 1 año, ambos con antecedentes de problemas cardíacos (7). Uno de los pacientes en el posoperatorio (defecto congénito septal-ventricular), presenta un trazado electrocardiográfico consistente con una hiperkalemia. En ese mismo instante cuando se monitorean los niveles de potasio en sangre (se obtuvo una muestra a los 20 minutos pos-hallazgo del electrocardiograma), se confirma dicha situación con niveles de potasio de 10 mEq/L. A la hora y hora y media se vuelven a monitorear los niveles de potasio llegando a valores de 11,2 y 12,4 mEq/l respectivamente. El paciente falleció una hora y media después. Desde la muerte hasta la realización de la autopsia transcurren 5 horas y media. No se logró identificar causa de muerte aparente. Los niveles de potasio en humor vítreo arrojaron valores de 9,5 mEq/L. El otro paciente se informa que

requiere de una cirugía por una estenosis aórtica subvalvular severa. Durante el posquirúrgico requiere administración de potasio endovenoso debido a una hipokalemia presente (niveles de potasio de 2,9 mEq/L). Posterior a las 2 horas de infusión endovenosa de potasio, el monitoreo de este ion en sangre arrojó un valor de 9,5 mEq/L. El trazado electrocardiográfico muestra cambios consistentes con la hiperkalemia. Una hora después el paciente fallece. La examinación post mortem se realiza 13 horas y media después del fallecimiento. Los niveles de potasio en humor vítreo arrojaron una concentración de 9,5 mEq/L.

Otros trabajos, por lo general citan casos de muerte por administración intencional de potasio endovenoso, los cuales varían los tiempos de toma de muestra biológica postmortem, distintas matrices biológicas de estudio para el análisis de potasio, tiempos de examinación cadavérica desde ocurrida la muerte, etc. La mayoría de los autores consideran que la muerte por administración de potasio es considerada no "visible". Esto es debido a que, desde el momento de ocurrida la muerte, los niveles de potasio en sangre y en otras matrices biológicas, van aumentando (debido a la salida del potasio intracelular). Esta velocidad de aumento de niveles de potasio en las matrices biológicas como en la sangre, depende de varios factores (temperatura, humedad, presencia de enfermedades o antecedentes de ciertas patologías no relacionadas al óbito, etc), pudiendo llegar a valores tan altos, que haría prácticamente indistinguible de una muerte relacionada a la administración de potasio. Otros autores consideran el estudio de potasio en humor vítreo como no confiable como indicador de los niveles de potasio antemortem, por lo tanto, representaría de escaso valor en el diagnóstico de administración exógena de potasio. Esto se debe a que en retina existe una liberación de potasio (después de la muerte) que lleva a un incremento de este ion en humor vítreo, produciendo niveles elevados complicando una correcta interpretación.

La utilidad de las investigaciones bioquímicas postmortem ha sido también valorada en períodos cortos relativos del intervalo postmortem. Un estudio involucró 21 casos de autopsias en las cuales se obtuvieron distintas matrices biológicas para el estudio de potasio (7). Todas ellas investigadas bajo la sospecha de administración exógena de potasio. Estos análisis fueron comparados con estudios realizados en muestras biológicas también de casos de muertes no relacionadas a la administración de potasio (como control de casos). El estudio concluyó que estadísticamente no se observaron diferencias entre los valores de potasio de los casos controles y de los casos relacionados a la administración exógena de potasio. Es necesario comprender que la velocidad y concentración de la administración de potasio pueden inferir en los niveles de potasio observados en sangre como en humor vítreo (incluso dependiendo del sitio anatómico de donde se obtenga la muestra de sangre) ya que, si no ha transcurrido el tiempo suficiente entre la inyección y la muerte, la anomalía electrolítica, no se refleja, por ejemplo, en niveles

elevados de potasio en humor vítreo. Y si es demasiado el tiempo transcurrido entre la muerte y el examen postmortem, los análisis pueden ser muy difíciles de interpretar. Distintos autores propusieron un valor de línea de base en muestras de sangre a los cuales se les analizó los niveles de potasio de causas de muerte no relacionadas a la administración de potasio con un rango de concentraciones entre 27,1 a 50,1 mEq/L. Según Coe (en adultos normales) los niveles de potasio (una vez ocurrida la muerte no relacionada a la administración de potasio) en humor vítreo pueden ir aumentando a las 1,75 hs llegando a valores de 5,6 mEq/L; a las 5,75 hs a valores de 6,8 mEq/L ya las 17,25 hs a valores 8,7 mEq/L (7). Según Palmiere (8) el rango de valores de potasio estudiados de casos de muertes no relacionadas a la administración de potasio son las siguientes:

Humor vítreo de 4,2 a 9,1 mEq/L; líquido cefalorraquídeo 41,5 a 74,8 mEq/L.

En sangre en cadáveres estudiados en un rango de temperatura de 14,1 a 38,1 °C, entre las 3 y 6 hs de intervalo postmortem se observó una media de potasio en sangre de 13,95 mEq/L llegando a valores de 38,14 mEq/L entre las 48 y 58 hs postmortem. Los mismos autores refieren que el incremento de potasio en sangre fue más rápido en las primeras 36 hs (1,02 mEq/L por hora). Es relevante destacar, que la mayoría de los trabajos revisados sólo mencionan como vía de administración letal (en los casos detallados) la vía endovenosa, no encontrando, trabajos publicados en donde la administración de potasio se haya realizado por una vía diferente como la intramuscular, o intradérmica, ya que esto implica una cinética del potasio totalmente diferente, por lo que los sucesos pos mortem ocurridos por la administración de potasio por vía endovenosa pueden no necesariamente reflejar lo ocurrido en los casos citados, en lo que respecta a interpretación de valores de potasio postmortem.

Conclusión.

La significativa discrepancia observada entre las concentraciones experimentales de potasio en humor vítreo y las proyecciones teóricas obtenidas mediante los modelos de Sturmer y Burkhard constituye una evidencia analítica robusta. En virtud de la correlación entre la sintomatología descrita en las historias clínicas y los parámetros bioquímicos obtenidos tras la autopsia, se concluye que el deceso de ambos neonatos fue consecuencia directa de una hiperkalemia de origen exógeno.

A pesar de la controversia técnica preexistente en torno a la interpretación de electrolitos en matrices biológicas postmortales, el presente trabajo demuestra que el análisis bioquímico sistemático resulta fundamental para la validación de hallazgos clínicos en los casos presentados y subraya la necesidad de integrar la bioquímica postmortem como una herramienta confirmatoria ante la sospecha de administración intencional o accidental de potasio en el ámbito clínico.

Conflicto de intereses: Los autores refieren no tener conflicto de intereses.

Bibliografía

- 1.- Watanabe K, Hasegawa K, Susuki O. A double suicide autopsy case of potassium poisoning by intravenous administration of potassium aspartate after intake of some psychopharmaceuticals. *Human and Experimental Toxicology* 30 (7) 777-781. (2010)
- 2.- Bertol E, Politi L, Mari F. Death by potassium chloride intravenous injection: Evaluation of analytical detectability. Case report. *Journal Forensic Science*, (57), 1:273-275. (2012)
- 3.- Rajinderjit S. A; Vishal G. Role of Vitreous Potassium Level In Estimating Postmortem Interval And The Factors Affecting It. *Journal of Clinical Diagnostic Research*; 5(1):13-15. (2011)
- 4.- Sturmer W., Gantner G.E Jr. Am. The postmortem Interval: a study of potassium in the vitreous humor. *J Clin Pathol.* Aug; 42: 137 – 144. (1964)
- 5.- Burkhard M, Hebbmann N., Henbge K. Precision of estimating the time since vitreous humor potassium – comparison of two equations. *Forensic Science International*, (46) 277-284. (1990)
- 6.- Wetherton A, Corey T, Buchino J, Burrows, A. Fatal intravenous injection of potassium in hospitalized patients. *Am Journal Forensic Med Pathol*; 24:128-131. (2003)
- 7.- Coe, J. I. Vitreous potassium as a measure of the postmortem interval: An historical review and critical evaluation. *Forensic Science International*; 42, (3): 201-213. (1989)
- 8.- Palmiere C, Scarpelli M, Varlet V, Baumann P, Michaud K, Ausburger M. Fatal intravenous injection of potassium: Is postmortem biochemistry useful for the diagnosis? *Forensic Science International*, (274) 27-32. (2017)

Riesgo cierto y no inminente: delimitaciones conceptuales y clínicas

MARTÍN MAZZOGLIO Y NABAR^{1,2,3}, JOSÉ MUCCIACCIARO², MARÍA AMELIA PROYETTI^{1,2}, MILAGROS MUÑIZ^{1,3}, ROBERTO FOYO^{1,3}, DANIEL SILVA^{1,3}

1Departamento de Medicina Legal, Facultad de Ciencias Médicas, UBA

2Servicio de Urgencias, Hospital de Emergencias Psiquiátricas "Torcuato de Alvear"

3Centro Interdisciplinario de Investigaciones Forenses, Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires

Resumen

La evaluación del riesgo en salud mental constituye uno de los núcleos más complejos de la práctica asistencial y médico-legal, particularmente tras la sanción de la Ley Nacional de Salud Mental N.º 26.657, que reemplazó el paradigma de la peligrosidad por el estándar de riesgo cierto e inminente como único fundamento para la internación involuntaria. Este trabajo delimita conceptualmente la categoría de riesgo cierto y no inminente, entendida como una zona intermedia frecuente en la clínica, donde existe potencialidad dañosa fundada en indicadores psicopatológicos objetivos, pero sin proximidad temporal suficiente para justificar la restricción coactiva de la libertad. Desde una perspectiva médico-legal, se integran fundamentos normativos, epistemológicos y psicopatológicos, junto con aportes de la teoría del riesgo y de la teoría de sistemas. Se sostiene que el riesgo no es una propiedad ontológica del sujeto, sino una construcción evaluativa probabilística, contextual y dinámica. La "certeza" debe interpretarse como suficiencia argumentativa basada en elementos clínicos verificables, mientras que la inminencia introduce el criterio temporal que legitima la excepcionalidad de la internación involuntaria. Se propone un esquema clasificatorio de tres niveles: riesgo cierto e inminente; riesgo cierto y no inminente; y riesgo no evidenciable. El reconocimiento del riesgo cierto y no inminente no habilita internación involuntaria, pero exige gestión activa, seguimiento estructurado y fundamentación técnica rigurosa, redefiniendo la responsabilidad profesional como obligación de medios y razonabilidad prudencial.

Palabras clave: riesgo cierto; inminencia; Ley 26.657; internación involuntaria; psiquiatría forense; responsabilidad profesional.

Abstract

Risk assessment in mental health represents one of the most complex challenges in contemporary clinical and medico-legal practice, particularly following the enactment of Argentina's National Mental Health Law No. 26,657, which replaced the traditional paradigm of dangerousness with the standard of

certain and imminent risk as the sole legal basis for involuntary hospitalization. This article conceptually delineates the category of certain but non-imminent risk, understood as an intermediate and frequent clinical scenario in which a harmful potential is supported by objective psychopathological indicators, yet lacks sufficient temporal proximity to justify coercive restriction of liberty.

From a medico-legal perspective, the analysis integrates normative foundations, epistemological considerations, and psychopathological criteria, together with contributions from risk theory and systems theory. It is argued that risk is not an ontological property of the individual, but rather a probabilistic, contextual, and dynamic evaluative construction. "Certainty" should be interpreted as argumentative sufficiency grounded in verifiable clinical elements, while imminence introduces the temporal threshold that legitimizes the exceptional nature of involuntary admission.

A three-level classificatory model is proposed: certain and imminent risk; certain but non-imminent risk; and non-evident risk. The recognition of certain but non-imminent risk does not justify involuntary hospitalization, yet it requires active management, structured follow-up, and rigorous technical documentation, thereby redefining professional responsibility as an obligation of means based on prudent clinical reasoning.

Keywords: certain risk; imminence; Mental Health Law 26,657; involuntary hospitalization; forensic psychiatry; professional responsibility.

Introducción

La evaluación del riesgo en salud mental constituye uno de los desafíos más complejos para la práctica asistencial y médico-legal contemporánea. La sanción de la Ley Nacional de Salud Mental N.º 26.657 introdujo un giro y cambio paradigmático al sustituir la tradicional noción de peligrosidad —propia de un modelo tutelar, preventivista y centrado en atributos del sujeto— por el riesgo cierto e inminente como condición necesaria para la

internación involuntaria. Este desplazamiento no implicó únicamente un cambio terminológico, sino una transformación conceptual profunda en la relación entre clínica, derecho y libertad individual. Del Decreto reglamentario de la Ley de Salud Mental, se desprende en su Artículo 20 ... “Entiéndese por riesgo cierto e inminente a aquella contingencia o proximidad de un daño que ya es conocido como verdadero, seguro e indubitable que amenace o cause perjuicio a la vida o integridad física de la persona o de terceros. Ello deberá ser verificado por medio de una evaluación actual, realizada por el equipo interdisciplinario, cuyo fundamento no deberá reducirse exclusivamente a una clasificación diagnóstica. No se incluyen los riesgos derivados de actitudes o conductas que no estén condicionadas por un padecimiento mental”...

Cabe recordar que la noción de “peligrosidad” ya no se ajusta a los estándares nacionales e internacionales en materia de derechos humanos que rigen para el colectivo de personas con padecimiento en su salud mental, y que la propia constitución de la Ciudad de Buenos Aires, en su art. 13 inc. 9 dice: “ (...) Los funcionarios se atienen estrictamente a las siguientes reglas: (...) Se erradica de la legislación de la Ciudad y no puede establecerse en el futuro ninguna norma que implique, expresa o tácitamente, peligrosidad sin delito, cualquier manifestación de derecho penal de autor o sanción de acciones que no afecten derechos individuales ni colectivos.”

Mientras el paradigma de la peligrosidad habilitaba intervenciones basadas en pronósticos amplios de conducta futura, el nuevo modelo exige la verificación de condiciones actuales, integrales y objetivables que justifiquen una medida excepcional de restricción de derechos, muchos fundamentales e inalienables como es la libertad. Sin embargo, la práctica psiquiátrico-forense revela la existencia de situaciones intermedias y muy heterogéneas en las que el riesgo resulta clínicamente evidente, aunque no inmediato, o en que pese a un riesgo evidente y no inmediato la gestión posterior del mismo podría ser estéril o ineficaz conforme la evaluación de los profesionales interdisciplinarios.

Desde una perspectiva categorial y estructurada, desde la existencia de riesgo a la no existencia del mismo se pueden dar 3 opciones donde surge la problemática del riesgo cierto y no inminente, espacio de fricción entre la racionalidad preventiva de la medicina y la lógica jurídica basada en sus garantías y derechos.

El presente artículo pone en tensión esta categoría y se propuso su delimitación conceptual desde una perspectiva médico-legal, integrando fundamentos jurídicos, epistemológicos y psicopatológicos, con el objetivo de ofrecer criterios de análisis útiles para los profesionales del equipo interdisciplinario en contextos asistencial y pericial.

Desarrollo

Marco conceptual y normativo del riesgo: del paradigma del peligroso a la racionalidad crítica de derechos

El tránsito desde la noción clásica de peligrosidad hacia el estándar de riesgo cierto e inminente implica una mutación conceptual que sólo puede comprenderse adecuadamente si se la inscribe en un marco teórico más amplio sobre los derechos humanos, los avances en psicopatología y la gestión del riesgo.

El modelo de peligrosidad, propio de la tradición positivista y de los sistemas de defensa social, concebía la intervención psiquiátrica como un dispositivo de neutralización preventiva. La peligrosidad era atribuida al sujeto como cualidad relativamente estable, inferida a partir del diagnóstico o de rasgos de personalidad, en una lógica determinista donde el pronóstico se convertía en fundamento suficiente de restricción.

La Ley 26.657 introdujo una ruptura con ese paradigma al establecer, en su artículo 7, el principio de la menor restricción posible y el derecho a la atención en el ámbito comunitario; en su artículo 14, la excepcionalidad de la internación; y en su artículo 20, el requisito de riesgo cierto e inminente como condición necesaria para la internación involuntaria (paradigma situacional conforme reza el texto ley de que “mediare situación de riesgo cierto e inminente para sí o para terceros” y entendido en el decreto como “aquella contingencia o proximidad de un daño que ya es conocido como verdadero, seguro e indubitable que amenace o cause perjuicio a la vida o integridad física”). Este desplazamiento no es meramente normativo, sino epistémico y político: la intervención deja de fundarse en la identidad patológica del individuo para basarse en una contingencia verificable en el presente y en toda su singularidad en tanto situación clínica (psicopatológica) como contextual (medio social, recursos psicológicos y vulnerabilidades).

En el ámbito forense, muchas veces se informa como la presencia de un riesgo potencial, lo cual, no solo no se encuentra amparado por la definición que da la ley sobre el riesgo, sino que, además, se puede asociar a la noción de peligrosidad, entendiendo esta como un estado de la persona.

Por otro lado, muchas veces, si bien al momento de la evaluación, la persona no presenta signo-sintomatología compatible con situación de riesgo cierto ni inminente, se aclara que, de no mediar un tratamiento en lo mediato, dicha situación podría revertirse. Por ello, en estos casos no encontraríamos frente a una situación de riesgo cierto pero no inminente.

La denominada Teoría del riesgo no es una única doctrina homogénea, sino un conjunto de desarrollos conceptuales (tanto en derecho, en filosofía social como teoría de sistemas) que intentan explicar cómo las sociedades modernas identifican, evalúan y gestionan la posibilidad de daño futuro. En términos generales, la teoría del riesgo parte de una premisa básica: el riesgo no es el daño, sino la probabilidad de que ocurra un daño en el futuro como consecuencia de una acción, decisión o condición presente. Consta de distintos enfoques (sistema

jurídico, toma de decisiones economía y econometría, antropológico-social, entre otros) que construyen aplicabilidad, en este caso a la salud mental.

Según esta teoría, existen factores que componen la evaluación del riesgo, los cuales son por definición infinitos (más aun aplicados a la conducta) pero se los acotan para su estudio. El riesgo, su magnitud, surge de la combinación de la probabilidad que se produzca un evento dañoso y está sujeto a dos variables: la condición riesgosa (conducta, condición del sujeto que afecte su psicopatología) y la vulnerabilidad. En el caso de la vulnerabilidad, los factores que la componen están relacionados directamente proporcional a la exposición al riesgo y la susceptibilidad subjetiva, pero inversamente proporcional a la resiliencia del sujeto. Todos los factores que construyen la valorización del riesgo deben ser evaluados por el equipo interdisciplinario en el contexto del sujeto para instaurar las medidas de gestión del mismo como de pronóstico que pudiere tener. Si lo transformamos en una fórmula: $R = CR \times V \rightarrow V = E \times S / Res$ [R: riesgo; CR: condición riesgosa; V: vulnerabilidad; E: exposición; S: susceptibilidad; Res: Resiliencia]

Según la teoría de sistemas de Niklas Luhmann, el riesgo no es una propiedad objetiva de las cosas, sino una forma de atribución social ligada a decisiones (Luhmann, 1991). El riesgo surge cuando una posible consecuencia dañosa es imputable a una decisión tomada en condiciones de incertidumbre. Aplicado al campo médico-legal, esto implica que el riesgo no es un hecho ontológico inherente al paciente, sino una construcción evaluativa realizada por el profesional en un contexto determinado. La exigencia de “certeza” en el artículo 20 no debería interpretarse como eliminación de incertidumbre —imposible en sistemas complejos como es el ser humano y su conducta con los atravesamientos bio-psico-socio-antropológicos—, sino como un umbral normativo que delimita cuándo la decisión de restringir la libertad resulta socialmente justificable.

Ulrich Beck describió la modernidad tardía como “sociedad del riesgo”, donde las instituciones buscan anticipar y gestionar daños potenciales producidos por la propia dinámica social (Beck, 1986). En este contexto, el derecho se convierte en un dispositivo de regulación de riesgos. Sin embargo, la Ley 26.657 introduce un límite explícito a esa tendencia expansiva: no todo riesgo potencial habilita la intervención coactiva. La norma reconoce que la prevención absoluta es incompatible con el principio de autonomía, por lo cual, frente a la expansión cultural de la lógica preventiva, el plexo normativo estableció un umbral restrictivo que protege la libertad individual frente a la idea de neutralizar toda contingencia futura.

Desde la óptica epistemológica, el riesgo no constituye un hecho observable u objetivo sino una inferencia probabilística. En las ciencias de la salud, y especialmente en las de la conducta como es la salud mental, no existen herramientas capaces de predecir

con certeza el comportamiento humano. Toda evaluación de riesgo se basa en correlaciones clínicas, antecedentes y contextos, es decir, en un razonamiento de plausibilidad, no de determinación causal. La exigencia de “certeza” en la ley no puede interpretarse como una certidumbre científica absoluta, sino como la presencia de indicadores objetivos suficientes que tornen razonable la intervención. La ciencia médica trabaja con grados de probabilidad mientras que el derecho necesita umbrales de decisión, por lo cual el punto de encuentro entre ambos campos deberá ser necesariamente en los términos de la prudencia.

El equipo interdisciplinario trasciende al médico asistencial o legista que otrora certificaba la peligrosidad y toma la función de ser un evaluador de condiciones presentes basadas en la prudencia valorativa de elementos semiológicos y antecedentes múltiples a tener en cuenta. Su tarea no consiste en predecir el futuro, sino en determinar si el riesgo alcanza el umbral jurídico de inminencia exigido por la ley.

Es por ello, que no sólo se evalúa el riesgo per se, sino la situación de riesgo. Recordando que esta noción, es dinámica, es decir puede fluctuar porque es situacional, diferenciando así de un estado de la persona, como sería el concepto de peligrosidad.

Otro aspecto importante de hablar de situación, además de las consideraciones señaladas en el párrafo anterior, y la evaluación por salud mental, es diferenciarlo con el concepto del “aquí y ahora”, que muchas veces se confunde con lo “inminente”. El diagnóstico y valoración de riesgo, debe siempre ser situacional.

Certeza, inminencia y latencia de concreción: tensiones clínicas y delimitaciones temporales del riesgo

La distinción entre certeza e inminencia constituye nuestro núcleo conceptual del problema. Desde una perspectiva filosófica, el riesgo puede descomponerse en dos vectores: 1) la magnitud del daño posible y 2) la probabilidad de ocurrencia (o algunos plantean de repitencia). Sin embargo, la ley añade un tercer componente decisivo: la temporalidad. La inminencia transforma una posibilidad o probabilidad en una urgencia con características clínicas a la que se deben responder desde lo asistencial por sus consecuencias en el plano asistencial como en el jurídico con preservación sine quom de los derechos básicos e inalienables del sujeto que pasa a estar a cargo (en custodia) del equipo en tanto “personificación” del Estado garante de sus derechos.

Sobre la línea de Luhmann, se puede afirmar que el riesgo es siempre contingente y dependiente del contexto para la toma de decisiones. La evaluación clínica no elimina la incertidumbre, sino que la reduce operativamente para tomar decisiones razonables. La “certeza” técnica alude a la presencia de indicadores clínicos objetivos —psicopatología presente, antecedentes modificables y no modificables, vulnerabilidad estructural— que permiten sostener que existe una potencialidad dañosa real. La “inminencia”, en cambio, introduce la dimensión

temporal que justifica la restricción inmediata de la libertad.

El riesgo cierto y no inminente aparece cuando la potencialidad dañosa es reconocida clínicamente, pero no se constata proximidad temporal ni desorganización conductual actual. Se trata de un periodo de tiempo en latencia (con características que pueden ser de peligro), donde la cadena causal no ha alcanzado el punto de eclosión. En términos sistémicos, existen mediaciones —redes de apoyo, capacidad de autocontrol o inhibición, ausencia de disparadores, antecedentes fehacientes de efectividad en un tiempo de abordaje— que interrumpen la secuencia hacia el daño.

Desde la teoría de la sociedad del riesgo, podría interpretarse que la cultura contemporánea tiende a sobrerregular frente a amenazas potenciales. Sin embargo, el artículo 20 de la Ley 26.657 introduce un freno explícito a esa expansión preventiva: la internación involuntaria sólo es legítima cuando el riesgo es actual y próximo a concretarse. El texto ley reconoce así que la incertidumbre no puede ser eliminada mediante la supresión anticipada de la autonomía.

El riesgo en salud mental es dinámico y contextual. Un mismo sujeto puede transitar rápidamente desde la latencia hacia la inminencia ante cambios situacionales más allá de los cambios bio-psicológicos, sino que el emergente del cambio psicopatológico es reactivo a lo medioambiental. Esto refuerza el carácter situacional y temporal de la evaluación: la decisión se funda en el estado actual, no en escenarios hipotéticos futuros.

Aquí se llega a una tensión respecto al aspecto central de la evaluación, dado que no es la existencia del riesgo en sí mismo lo

decisivo sino su dimensión temporal. La inminencia introduce un requisito de proximidad que transforma una posibilidad clínica en una urgencia jurídica. En términos médico-legales, la situación de riesgo riesgo puede existir o estar presente, sin ser inmediato, y es precisamente esa distancia temporal la que determina la legitimidad o no de la internación involuntaria. El término de riesgo cierto y no inminente se configura cuando la patología, la historia clínica y el contexto permiten prever la eventual producción de daño, pero el examen actual no evidencia desorganización conductual, impulsividad desbordada ni inmediatez del acto. Se trata de un estado de latencia, dinámico y fluctuante, que no satisface el umbral legal de excepcionalidad requerido para restringir la libertad.

De esta forma surgen los componentes para un triage o sistema clasificatorio basado en 3 niveles de complejidad: 1) la existencia de riesgo cierto e inminente; 2) la existencia de riesgo cierto y no inminente, y 3) la no existencia de riesgo (cierto y no inminente). Dado el objeto de estudio es la conducta humana, sería muy poco sustentable y hasta utópico certificar la no existencia de riesgo, por lo cual preferimos nominarlo como riesgo no evidenciable (o sin riesgo evidenciable). Los avatares de la clínica, de la entrevista, las infinitas características que componen a la conducta que pueden o no ser determinantes, así como condiciones bio-psico-sociales generan un interjuego casi imposible de valorizar para un equipo interdisciplinario. En la Tabla 1 exponemos y describimos la diferenciación entre las tipologías del riesgo y los criterios dimensionales evaluados para su discriminación.

Tabla 1. Diferenciación entre tipologías del riesgo (cierto e inminente, cierto y no inminente, no cierto y no inminente)

Dimensión evaluada	Riesgo cierto e inminente	Riesgo cierto y no inminente	Sin riesgo evidenciable
Temporalidad del daño	Inmediata o muy próxima	Mediata o indeterminada	Sin causales que justifique un daño a ser ejecutado
Estado conductual actual	Desorganización, impulsividad crítica	Conducta controlada o negociable	Sin alteraciones conductuales
Capacidad volitiva	Gravemente comprometida	Parcialmente conservada	Conservada
Conciencia de situación / enfermedad	Nula (no presenta conciencia de situación ni de enfermedad)	Parcial (puede ser parcial para ambas; o tener conciencia de situación, pero parcial o baja conciencia de enfermedad o viceversa)	Total (presenta conciencia de situación y de enfermedad.)
Factores protectores	Ausentes o ineficaces	Presentes y operativos	Presentes, operativos, con crítica y valorización
Art 20 Ley 26657/10	Habilita internación involuntaria	No habilita internación involuntaria	Sin criterio para internación
Respuesta conforme art 14	Medida excepcional restrictiva*	Abordaje menos restrictivo**	Sin abordaje restrictivo**

*además de la internación involuntaria en tanto abordaje restrictivo, el equipo profesional deberá gestionar los riesgos conforme evaluación para su prosecución, ejecución como análisis de la misma en el lugar y con los recursos (humanos y materiales) necesarios.

**no se justifica la internación involuntaria pero no implica el desentendimiento del caso y abordaje; valorar recursos heterogéneos desde controles seriados y estructurados en lapsos de tiempos prefijados, abordajes familiares, abordajes farmacológicos y psicoterapéuticos hasta de ser necesario a internación voluntaria. La valoración de recursos a indicar e instaurar debe ser correlativa, coherente y consecuente a los datos evaluados por el equipo interdisciplinario sobre la base del dinamismo de la conducta y de la gestión fehaciente y exhaustiva de la evaluación del riesgo en cada momento.

***la inexistencia de riesgo evidenciable no justifica abordajes restrictivos ni de seguimientos estructurados, pero no descarta la importancia de aplicación de medidas de psicoeducación o estrategias tendientes a la minimización o detección precoz

Responsabilidad y prudencia clínica: de la dicotomía a la gestión fehaciente

El reconocimiento del riesgo cierto y no inminente coloca a los profesionales ante una tensión estructural entre la prevención mediante la privación de la libertad por causa sanitaria y la libertad del sujeto.

Toda decisión implica asumir una consecuencia, más aún en el ámbito clínico -asistencial y pericial- donde el objeto de la evaluación es un ser humano con múltiples avatares y atravesamientos que pudieren interferir en su conducta y actos. El decidir no internar también es una decisión que conlleva repercusiones, pero el texto ley y su decreto reglamentario delimita el campo de lo legítimo: sólo cuando existiere los considerandos del artículo 20 será posible restringir la libertad ambulatoria.

Ya Ulrich Beck advirtió que la sociedad del riesgo tiende a desplazar la responsabilidad hacia los expertos, en salud mental esto podría traducirse en una expectativa social de que los profesionales del equipo interdisciplinario anticipen y neutralicen todo daño posible. La Ley 26.657, al privilegiar el principio de menor restricción (arts. 7 y 14), resiste esa tendencia y redefine la responsabilidad profesional como obligación de medios prudenciales, no de resultados absolutos.

Los profesionales no son garantes del futuro, sino responsables de la razonabilidad técnica de su evaluación en el momento del acto médico. La historia clínica, completa en su descripción y con coherencia clínico-temporal en sus fundamentos, se convierte en el espacio donde se documenta esa racionalidad: el reconocimiento del riesgo como cierto, la explicación fundada de la ausencia de inminencia, la consideración de los factores protectores existentes explorados y la adopción de medidas menos restrictivas.

Desde una óptica filosófica, el concepto de riesgo cierto y no inminente marca el límite entre medicina y control social. Pretender eliminar toda contingencia equivaldría a instaurar un modelo de vigilancia incompatible con el Estado de derecho, aquí la ley asume que la incertidumbre es inherente a la condición humana y que la libertad implica necesariamente exposición a cierto grado de riesgo.

La práctica clínica, en todos sus contextos de desarrollo, se ubica en un terreno prudencial donde la decisión se adopta bajo incertidumbre estructural pero dentro de límites normativos claros. El riesgo cierto y no inminente no habilita restricción coactiva, pero sí exige seguimiento, documentación y responsabilidad técnica, es decir una gestión adecuada y fehaciente conforme los hallazgos clínicos descriptos.

Conclusiones

La delimitación conceptual del riesgo cierto y no inminente constituye un aporte necesario para la práctica asistencial y médico-legal contemporánea, en tanto permite clarificar una zona gris que la Ley 26.657 no desarrolla explícitamente pero

que emerge con frecuencia en la clínica real. El desplazamiento desde la noción de peligrosidad hacia el paradigma situacional del artículo 20 no sólo modificó el criterio de internación involuntaria, sino que redefinió el lugar del profesional: de certificador de atributos del sujeto a evaluador prudencial de contingencias actuales.

El riesgo, entendido como construcción probabilística y contextual, no puede equipararse al daño ni a su ineludible concreción. La exigencia legal de certeza debe interpretarse como suficiencia argumentativa fundada en indicadores clínicos verificables, mientras que la inminencia introduce el criterio temporal que legitima, o no, la restricción excepcional de la libertad. Allí radica el núcleo innovador del análisis: demostrar que el riesgo cierto y no inminente es una categoría clínica real, jurídicamente no habilitante de internación coactiva, pero sí demandante de gestión activa, seguimiento estructurado y fundamentación técnica rigurosa.

Este enfoque permite superar la dicotomía simplificadora entre “internar” o “no hacer nada”, proponiendo un modelo de gestión fehaciente del riesgo alineado con los artículos 7 y 14 de la Ley 26.657, que privilegian la menor restricción posible y el abordaje comunitario. Asimismo, delimita con mayor precisión el alcance de la responsabilidad profesional, circunscribiéndola a la razonabilidad de la decisión en el momento evaluativo y no a la predicción infalible de eventos futuros.

Consideramos que se deben profundizar en líneas de investigación para desarrollar instrumentos clínico-forenses específicos para valorar la latencia del riesgo así como estudiar longitudinalmente esta transición para fortalecer un modelo de intervención que, sin renunciar a la prevención, preserve la autonomía y el marco de derechos que la normativa vigente procura garantizar sin obviar el respaldo y cuidado de los profesionales intervinientes.

Bibliografía

- Algieri, R. D., Mazzoglio y Nabar, M. J., Ferrante, M. S., Fernández, J. P., Brofman, C. C. & Algieri, A. D. (2025). Triage y patologías psiquiátricas en Guardia. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas (Quito)*, 50(2).
- Areco, A., Areco, J. M. & Luna, M. (2021). Hacia un paradigma situacional en el campo de la salud mental. *Acta Psiquiátrica y Psicológica de América Latina*, 67(3).
- Basile, A. A. (2010). *Fundamentos de psiquiatría medicolegal*. El Ateneo.
- Castex, M. N. (2013). *El daño en psicopsiquiatría forense*. Ad-Hoc.
- Decreto Reglamentario N.º 603/2013. (2013). República Argentina.
- Gilhodi, L., & Toro Martínez, E. (2010). Riesgo grave, cierto e inminente de daño: único fundamento de la indicación interdisciplinaria de internación basada en la peligrosidad para sí o terceros. *Vertex Revista Argentina de Psiquiatría*, 21, 63-69.
- King, R., & Robinson, J. (2011). Obligatory dangerousness criteria in the involuntary commitment and treatment provisions of Australian mental health legislation. *International Journal of Law and Psychiatry*, 34(1), 64-70.
- Ley Nacional de Salud Mental N.º 26.657. (2010). República Argentina.
- Lossetti, O. Iglesias Diez, A. *Fundamentos de Derecho para médicos*. Ed. Erga Omens (2025)
- Lossetti, O. *Medicina Legal. Guía – Manual de Estudio*. Ed. Ascune (2025)
- Păun, R. M., Pavel, A. N., Matei, V. P., & Tudose, C. (2023). Risk factors for involuntary admission in a Romanian patient sample. *International Journal of Law and Psychiatry*, 91, 101938.
- Petit, L. C., Shin, K., Fielding, N., Dufour, M., & Gray, J. (2025). Canadian mental health laws: a review of involuntary admission and treatment pending appeal. *CNS spectrums*, 1-35.
- Sánchez, T. (2012). *Tratado de psiquiatría forense*. La Ley.
- Silva, D. (2017). La riesgosisdad: un nuevo paradigma y desafío pericial. *Revista de actualidad en Derecho de Familia en el Código Civil y Comercial*. Ediciones Jurídicas, 6, 145-160.
- Toro Martínez, E. (2011). La noción de “situación de riesgo cierto e inminente” en la ley 26657. Acerca de la diferencia entre “estar” y “ser” y sus consecuencias médico legales. *Psiquiatría*, 4, 19-25.
- Vitacco, M. J., & Degroot, J. (2013). Dangerousness and mental health treatment: civil commitment in the USA. *International Psychiatry*, 10(2), 40-42.

Fundamentos Básicos de Biomecánica Forense. Parte II: Lesiones cutáneas contusas y por instrumentos de punta y filo

ANDRADA, BRAIAN D.¹, LOSSETTI, OSCAR I.²

1. Especialista en Medicina Legal (UBA); Prof. Reg. Adj. "Anatomía e Histología funcional" en Carrera de Bioingeniería. Fac. de Ingeniería (UBA); Encargado Laboratorio de Microanatomía y Biomecánica Ap Locomotor 2da. Cátedra Anatomía Fac Cs. Médicas (UBA)

2. Prof. Reg Titular y Director de Depto. Medicina Legal Fac. Cs. Médicas (UBA). Director Carrera Especialistas Medicina Legal UBA (sede IDHS) y Universidad Isalud – Académico Titular ACFRA. Secretario Relaciones Científicas y Académicas AMFRA

Objetivos

En esta segunda y última parte, en continuado con lo señalado en la Parte I del artículo obrante en el número anterior (Boletín N° 10), se expresan los objetivos que motivaron el texto. En tal sentido, se señaló oportunamente que en la práctica pericial médico legal y científico forense, el experto es preguntado sobre algunos aspectos lesionológicos del caso en cuestión, los cuales muchas veces incluyen interrogantes relacionados con el mecanismo de producción lesional, que pueden ser fundados y complementados por medio de conocimientos de biomecánica. No es un tema menor que el perito pueda explicar en su dictamen y argumentar su respuesta con magnitudes físicas y datos biomecánicos, que conduzcan a ilustrarlos y sustentarlos. Frecuentemente el órgano jurisdiccional desea saber la fuerza necesaria, peso, presión, etc., que ha existido en la génesis lesiva de modo que pueda ser utilizado en su análisis jurídico y posterior fallo.

Tal como sucede para explicar lesiones o una muerte por electricidad, que ineludiblemente necesitará de saber elementos de física y propiedades de una corriente eléctrica, del mismo modo y sin que ello exceda la incumbencia del perito médico, se estima procedente utilizar elementos básicos físicos biomecánicos para el responde pericial.

Introducción.

La piel, muchas veces denominada el "órgano olvidado" en los viejos aforismos médicos, es indudablemente el más extenso del cuerpo humano en cuanto a superficie y masa. Está constituida por tres capas denominadas epidermis, dermis e hipodermis (ver Fig. 1). La epidermis es una capa avascular cuyo grosor varía según la región, más delgada en párpados, más gruesa en palma de manos y codos. Es la primera barrera de defensa inmunitaria, y además confiere protección contra los daños físicos, térmicos, químicos y radioactivos. La dermis, se encuentra estructuralmente dividida en una porción superior papilar y una inferior reticular. Contiene fibras conectivas: colágenas (aportan resistencia a la tracción y al

estiramiento), elásticas (encargadas de volver su forma luego de ser traccionadas) y reticulares (brindan una especie de red de soporte y anclaje), así como también vasos, nervios, folículos pilosos, glándulas sebáceas y sudoríparas. Finalmente, la hipodermis está constituida por tejido fibroadiposo, y usualmente se la denomina "tejido celular subcutáneo". Por debajo de ella asienta la fascia de revestimiento superficial de la región y, en la mayoría de los casos, un plano muscular, o aponeurótico.

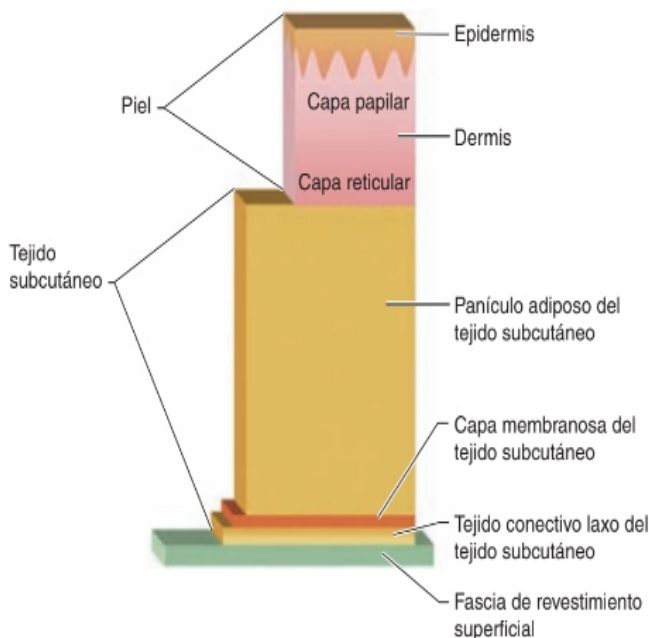


Fig.1: Tomado de E. Pró. "Anatomía Clínica". Editorial Panamericana (Buenos Aires). 1era Edición. 2012.

Reacción y comportamiento cutáneo ante la violencia mecánica externa

Al analizar cómo las distintas violencias mecánicas externas interactúan con la piel, se determinan dos formas materiales de reacción:

- a fuerzas leves se comporta como un material elástico
- con fuerzas de mayor intensidad se comporta como un material viscoelástico.

Con más detalle, podemos observar con detenimiento que, al aplicar una fuerza, ésta es disipada por las fibras elásticas y colágenas, aportándole a la piel su extensibilidad, culminando con el retorno a la forma original impulsado por las fibras elásticas, pero también por la estructura dada por las reticulares. Sin embargo, además de la magnitud de la fuerza en sí, debemos considerar el tiempo de aplicación. A mayor intensidad y mayor tiempo, más posibilidad de desgarro y, consecuentemente, mayor tiempo de recuperación.

Otro elemento para tener presente en estas propiedades físicas y mecánicas de la piel son las variaciones regionales de la disposición y distribución de dichas fibras conectivas estructurales según la topografía. Se relacionan con las denominadas líneas de tensión y clivaje cutáneo descritas por el anatomista austriaco Karl Langer (1819–1887) en 5 trabajos. En su primer artículo señaló que, en 1834, Guillaume Dupuytren observó la forma elíptica de heridas en cuello realizadas con un punzón redondo en una tentativa de suicidio. En el segundo planteó dos cuestiones interesantes:

- si hay tensiones cutáneas distintas según las topografías
- si la misma tensión irradia en todas las direcciones.

En tal sentido, realizó numerosas lesiones punzantes con clavos cónicos de diferente longitud y grosor en distintas partes de cadáveres, que resultaran redondeadas. A continuación, efectuó incisiones curvilíneas en vecindad. Observó diferencias de tensión del contorno del defecto, tironeado en dirección de la mayor tensión. Observó asimismo que, en lesiones provocadas perpendicularmente, el diámetro del orificio era menor al grosor del instrumento, de modo que también existía retracción. Concluyó que existían “líneas de clivaje o de máxima tensión” que hoy conocemos como líneas de tensión. Finalmente, en su último trabajo (1861), graficó una red de tejido de sostén subcutánea a modo de malla, distinguiendo una serie de líneas siguiendo el eje mayor de elipses (líneas de Langer) aún empleada en la actualidad, con incidencia en la interpretación morfológica en lesionología forense; si bien tuvo que aguardar la merecida repercusión en 1978, en Escocia.

Como se puntualizó en la Parte I (Boletín N° 10), el daño que una fuerza externa puede producir en un objeto determinado se relaciona con su composición y sus características de elasticidad

(Módulo de Young). Se denomina elasticidad a la deformación transitoria que sufre un objeto cuando se aplica una fuerza, es decir que, finalizada la fuerza, retorna a su forma original (deformación elástica). A medida que la fuerza aumenta, la deformación se torna permanente (deformación plástica), al superar el denominado “límite elástico” (ver Fig. 2)

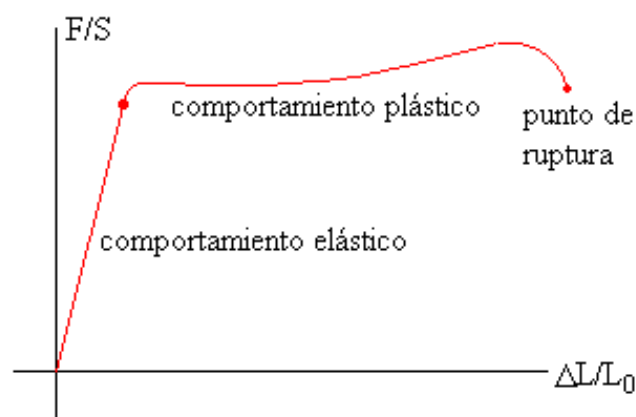


Fig 2: Módulo de Young. Se toma considerando el ejemplo de un hilo siendo estirado. Se le aplica una fuerza (F/S) y se evalúan los cambios en la longitud (L), es decir, su deformación. Si se desea profundizar remitirse a: http://www.sc.edu.es/sbweb/fisica/solido/din_rotacion/alargamiento/alargamiento.htm.

Otro factor para considerar es el Efecto Poisson (Simeon Denis Poisson, académico, físico y matemático francés 1781-1840), el cual representa que cuando un material se comprime en una dirección, experimenta una elongación (expansión) en las dos direcciones perpendiculares a la de compresión.

Para representar las distintas fuerzas, debemos citar como recordatorio, que se utilizarán medidas contempladas por el Sistema Internacional de Unidades. Teniendo en cuenta que la perspectiva del tema central es la biomecánica, se emplearán unidades con sus distintos prefijos según corresponda, a saber:

- Fuerza: Newton (N) = $1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$
- Presión: Pascal (Pa) = 1 N/m^2

Contusiones en la piel

Las contusiones conforman un vasto universo de lesiones corporales producto de la violencia mecánica en las que interviene un mecanismo de acción básico: la colisión, que vincula un cuerpo humano a un elemento con poder de contusión o viceversa. Tenemos entonces tres elementos: El cuerpo humano, el cuerpo contundente y su interrelación. El elemento debe ser sólido, de consistencia dura y de bordes romos, puede tener aristas, pero no filos, y la interrelación está determinada por el mecanismo de acción que los vincule: roce, frote, fricción, choque, golpe, percusión, presión, compresión, tensión, distensión, tracción, penetración.

Al producirse el impacto (golpe – choque usualmente) por un objeto con las características previamente mencionadas, la piel se deforma y puede culminar en daño si se supera el límite de

recuperación del tejido. En el caso de las contusiones, la fuerza de impacto se suele distribuir por una zona amplia (en contraste, por ejemplo, a lo que sucede con las lesiones punzantes), y es por ello por lo que no resulta en penetración. La gravedad de la lesión dependerá de la velocidad de impacto, la masa y geometría del objeto, el ángulo de impacto, así como también de las características del sitio de impacto, la edad de la persona, sexo, y enfermedades preexistentes.

Ante estos sucesos, según Kieser, las bandas fibrosas de la piel se “fracturan” (v.gr. efracionan) en tres formas principales (ver Fig. 3). La primera (B) es una efracción perpendicular al eje longitudinal de la fibra, la segunda (C) puede comenzar como perpendicular por los bordes y luego tornarse paralela al mismo, y la tercera (D) se efraciona dejando bordes que configuran ángulos rectos, en una típica imagen de desgarro

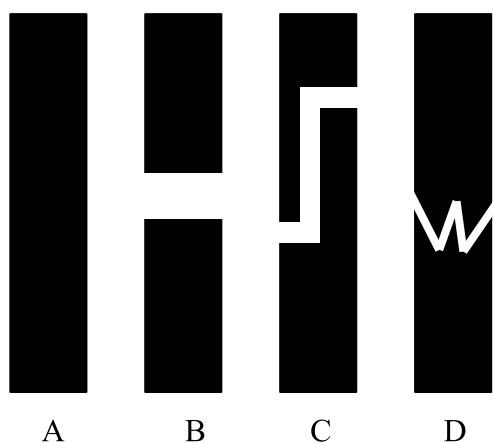


Fig 3. Tipos de efracción (fractura) de las bandas fibrosas de la piel. (Kieser, 2013)

Clásicamente se acepta que la piel resiste indemne la presión experimental máxima de hasta 1 kg/mm² (9,81 MPa – conocido como “índice de elasticidad” de la piel), y superado este límite comienzan a producirse los efectos lesivos (ruptura – solución de continuidad). De acuerdo con Viano et al. (1989) el daño se produce primariamente debido a la resistencia que ofrece el tejido al impacto, la cual junto con las propiedades elásticas y viscosas de este contribuyen a generar fuerzas deformantes que exceden su límite, culminando así con las lesiones. Whittle et al. (2008) realizó una serie de experimentos utilizando un tubo de caída y una mancuerna de 5 kg, y un modelo de la piel y partes blandas hecho a base de silicona, espuma y agua. Lo que observó fue que la mayoría de los impactos tuvieron repercusión en los elementos debajo de la superficie, mientras que aproximadamente la mitad dañó la superficie. Sober esta base, postuló que la injuria en las lesiones contusas progresa de dentro hacia afuera, de la profundidad a la superficie.

Variaciones topográficas de la biomecánica de la piel.

Durak et al (2022), realizaron un estudio tomando como referencia la piel de la región braquial anterior, femoral anterior, occipital, cuero cabelludo y peribucal. Esta piel cadavérica fue diseccionada y sometida a un test biomecánico de tensión uniaxial, paralela a su eje mayor, con un inicio de fuerza de 7-9 N, hasta los 20 kN. La mayor resistencia se observó en la piel de la región braquial anterior, soportando unos 17,72 ± MPa. En el caso de la femoral anterior fue de 10,10 ± 3,17 MPa, el cuero cabelludo 5,09 ± 3,10 MPa y la piel peribucal 3,84 ± 2,02 MPa. Estas variables, así como las encontradas en las diferencias de elasticidad, se deben a las variaciones en la estructura de la piel y su grosor. Por ejemplo, la piel de la región frontal es más gruesa que la piel de la región anterior del antebrazo, pero su módulo elástico es menor. Quiere decir que su resistencia a la deformación es menor. De todas las regiones analizadas en este y otros trabajos, una de las regiones con menor módulo elástico es la facial, mientras que la más resistente es la del miembro superior. El mayor espesor se encuentra en el cuero cabelludo, por lo que, en contrapartida, es la piel con menor módulo elástico. Sin embargo, hay estudios como los realizados por Gambarotta et al (2005) y Raposo et al (1998), en donde a diferencia de Durak que realizó un análisis estático, realizaron pruebas dinámicas en la piel del cuero cabelludo. Estos autores notaron que, al exponer al cuero cabelludo a fuerzas pequeñas (5-15 N), ésta respondía como la piel de otras regiones, adaptándose a las fuerzas de tensión y acompañando la deformación; y ante un aumento progresivo, el módulo elástico aumentaba de forma constante. Vale la pena destacar que estos estudios dinámicos, con aumentos progresivos de las fuerzas de tensión, si bien pueden hacerse extensivos en su interpretación al ámbito forense, fueron desarrollados para aplicación en cirugía plástica.

Lesiones por instrumentos con punta y/o filo.

Al perito suele preguntársele cuál es la fuerza necesaria para producir una lesión con un instrumento con punta y/o filo (v.gr. arma blanca). En la práctica forense hay un artículo que no puede desconocerse y que, como clásico, perdura pese al paso del tiempo. En 1975, Bernard Knight realizó un estudio en cadáveres utilizando un cuchillo sujetado a una balanza de resorte para medir la fuerza necesaria para penetrar la piel, produciendo dichas lesiones en las cercanías de las líneas de incisión de la autopsia. En este interesante trabajo (complementado y adaptado para este texto) determinó que:

- El principal determinante de la penetración es la agudeza de la punta o el tenor del filo de la hoja del cuchillo, advirtiéndole que, si posee una punta sumamente aguzada o una hoja altamente afilada, requerirá sólo una presión homologable a la de un dedo, para vulnerar la resistencia que ofrece la piel.
- A mayor velocidad de impacto, menor es la fuerza requerida.
- Una vez penetrada la piel, no existen factores limitantes para la progresión en la profundidad del instrumento, salvo en caso de

tejido óseo y otros tejidos calcificados.

No obstante, es difícil estimar o valorar en unidades físicas “la presión de un dedo”. Sólo proporciona una idea abstracta respecto de significar que la fuerza utilizada para provocar la lesión ha sido poca.

Así las cosas, estudios posteriores (Jones et al – 1994; O’Callaghan et al – 1999), se enfocaron en la última regla determinada por Knight. Estos autores concluyeron que el tejido graso y el muscular sí ejercen resistencia a la penetración. Encontraron que para penetrar la piel se requiere de una fuerza de entre 35N y 55N, para el tejido muscular de entre 35N y 40N, y para el tejido graso entre 1N y 2N.

Chadwick et al (1999) analizaron el impacto que tiene el tipo de trayectoria que describe el arma blanca y el modo de ejecución por parte del que la manipula. Notaron que en el movimiento de elevar el arma blanca por encima del hombro para luego atacar, la fuerza producida era de 300N aproximadamente, aunque vale la pena destacar que los voluntarios para la ejecución de los movimientos eran policías entrenados en defensa personal. Párrafo aparte merecen las lesiones producidas por destornilladores. En 2008, Kieser et al investigaron los patrones de lesiones contuso-punzantes producidos por cinco tipos de destornilladores en cabezas de cerdo. Los tipos utilizados fueron: el plano, estrellado (Torx de 6 puntas en uso industrial), Robertson, Pozidriv y Phillips (ver Fig 4).



Fig 4: Esquema de la morfología de la punta de cada destornillador. De izq a der: plano, estrellado tipo Torx, Robertson, Pozidriv, Phillips.

Se notó que aquellos destornilladores con punta más afilada generaron una efracción de tipo I (ver Fig 5) con bordes de piel acuñados, mientras que los de punta plana, sobre todo a alta energía, generaban lesiones con puentes de tejido entre los bordes de la lesión.

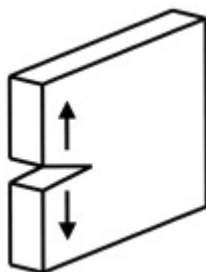


Fig 5. Efracción de tipo I.

Nolan y cols. (2017) realizaron un análisis de las fuerzas de agresión empuñando y dotando de energía cinética a un arma blanca, utilizando un simulador de piel anexo a un dinamómetro. Además, como complemento, se utilizó una pierna y una costilla de cerdo. Previo a la acción penetrante, se les solicitó a 10

voluntarios (5 hombres y 5 mujeres) que realizaran una serie de presiones/golpes sobre el dinamómetro, primero presión con un dedo, luego con una mano, con ambas y finalmente un golpe con la palma. Seguido a este primer test, se procedió al análisis del trauma penetrante utilizando distintos cuchillos (multiuso y para carne) y destornilladores (plano y Phillips). Se le solicitó entonces al grupo previamente mencionado, que agredan el simulador de piel con la mayor fuerza posible, con una mano y otra, y repetir el mismo procedimiento con los tejidos de cerdo. Para finalizar, un segundo grupo que de momento no había participado del experimento, también compuesto por 5 hombres y 5 mujeres, realizaron la misma secuencia de maniobras penetrantes que el anterior, sólo que se les solicitó además que agredan con el arma blanca 3 veces los tejidos, cada vez con una fuerza que ellos consideren leve, moderada y severa (considerando la escala subjetiva aplicada en Reino Unido para “medir” fuerzas en base al análisis de lesiones).

Notaron que la fuerza máxima promedio generada por los voluntarios masculinos fue de aproximadamente 150 N para el muslo de cerdo y considerablemente menor para la costilla. Esta fuerza es más de tres veces superior a la publicada previamente para la penetración de la piel. En los mismos experimentos, las voluntarias femeninas generaron fuerzas menores que los hombres (aproximadamente la mitad), pero estas fuerzas seguían siendo mayores que las necesarias para la penetración de la piel. Si se traza una homología con los del segundo experimento, las mujeres habrían aplicado una fuerza moderada, mientras que la fuerza equivalente para los hombres estaría entre leve y moderada, demostrando que es posible que una persona decida activamente la fuerza que desea aplicar en una agresión con arma blanca, aunque existen múltiples factores que influyen en la fuerza real utilizada, como las características del arma (calidad de punta – filo; recordar lo señalado por Knight), el sexo del agresor, la zona biológica/anatómica y la mano empleada. Por lo tanto, aplicar la escala subjetiva de leve, moderado y grave en un tribunal, simplemente observando la herida resultante, es inapropiado. Lo único que se puede afirmar es que se ha alcanzado la fuerza mínima necesaria para que ese instrumento en particular vulnere la piel (lesión con solución de continuidad) y cause una lesión únicamente en la piel y los tejidos blandos. Se concluye entonces que la fuerza requerida en cualquier agresión con un arma blanca requiere de investigación en cuatro puntos principales: características estructurales filo-punta del arma, la fuerza mínima necesaria para la penetración, el sexo del agresor y si la fuerza requerida para la penetración es mayor que la que puede generar una persona promedio al agredir con el arma blanca.

A modo de ejemplo, se extrae la siguiente tabla del trabajo de Nolan (figura 6), en donde se detalla la fuerza mínima necesaria aplicada para la penetración del simulador de piel, así como la fuerza máxima y el promedio, en Newtons, sin discriminar sexo ni mano dominante.

Arma blanca	Fuerza Mínima (N)	Fuerza Máxima (N)	Fuerza Promedio (N)
Cuchillo Multiuso	11,4	13,8	12,6
Cuchillo para carne	18,7	20,9	19,8
Cuchillo equipado con sensores	12,7	13,9	13,4
Destornillador plano	63,2	78,6	73,3
Destornillador Phillips	60	67,6	63,4

Figura 6: Tabla de Nolan (2017) según referencias del texto.

Conclusiones

En esta segunda y última entrega, se reafirma la opinión respecto de la necesidad del conocimiento de nociones elementales de la biomecánica forense a fin de entender y comprender los mecanismos lesivos y sus consecuencias. Particularmente en las lesiones cutáneas resulta útil para confirmar o descartar aquellos que se hipoteticen en y para su causación, como así también opinar sobre aspectos relacionados con el peso y la fuerza aplicada para ser considerada al menos como la necesaria y/o suficiente en términos periciales. En síntesis: aportarle al perito, a la hora de elaborar su informe, algunos factores que, de manera complementaria, deben ser considerados desde la biomecánica como ilustrativos para la comprensión de la lesión por parte del órgano jurisdiccional.

Bibliografía utilizada y de consulta (orden alfabético)

- Bush JA, Ferguson MW, Mason T, McGrouther DA. Skin tension or skin compression? Small circular wounds are likely to shrink, not gape. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.*;61(5):529-534 (2008).
- Carmichael SW. The tangled web of Langer's lines. *Clin Anat.*;27(2):162-168 (2014).
- Chadwick EKJ, Nicol AC, Lane JV, Gray TGF. Biomechanics of knife stab attacks. *Forensic Science International*; 105:35-44 (1999).
- Diridollou S, Black D, Lagarde JM, Gall Y, Berson M, Vabre V. Sex- and site-dependent variations in the thickness and mechanical properties of human skin in vivo. *Int J Cosmet Sci.*; 22(6):421-35. (2000)
- Durak S, Colak T, Yener MD. Topographic variations of skin biomechanics: Cadaver Study. *Ann Med Res*; 29(11): 1246-1251 (2022).
- Edwards C, Marks R. Evaluation of biomechanical properties of human skin. *Clin Dermatol*; 13(4):375-80. (1995)
- Gambarotta L, Massabò R, Morbiducci R, Raposio E, Santi P. In vivo experimental testing and model identification of human scalp skin. *J Biomech.*;38(11):2237-2247 (2005).
- Gibson T. Karl Langer (1819-1887) and his lines. *Br J Plast Surg.*;31(1):1-2 (1978).
- Jadue, N. Rojas, H. Líneas de Langer en Cirugía Dermatológica. *Rev. Ch. Dermatol*; 31 (2): 194–199 (2015)
- Jones S, Nokes L, Leadbetter S. The mechanics of stab woundings. *Forensic Science International.*; 67:59-63 (1994).
- Kieser K, Taylor M, Carr D. *Forensic Biomechanics*. 1era Ed. West Sussex (Reino Unido): Wiley-Blackwell; (2013).
- Knight, B. The dynamics of stab wounds. *Forencis Science.* 6:249-255 (1975)
- Lossetti O. *Manual de Lesionología: Conceptos Médico-Legales sobre lesiones en general y en Tanatología. Aspectos Civiles y Penales*. 1era Edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Argentina): Hammurabi; Vol. 1 Parte General. (2024)
- Müller SJ, Weigl F, Bezold C, Bächer C, Albrecht K, Gekle S. A hyperelastic model for simulating cells in flow. *Biomech Model Mechanobiol*; 20(2):509-20. (2021)
- Nolan G, Hainsworth S, Ruddy G. Forces generated in stabbing attacks: an evaluation of the utility of the mild, moderate and severe scale. *Int J Legal Med*; 132 (1): 229-236. (2017)
- O'Callaghan PT, Jones MD, James DS, Leadbetter S, Holt CA, Nokes L. Dynamics of stab wounds: force required for penetration of various cadaveric human tissues. *Forensic Science International*; 104: 173-178. (1999)
- Pawlaczyk M, Lelonkiewicz M, Wiczorowski M. Age-dependent biomechanical properties of the skin. *Postepy Dermatol Alergol*; 30(5):302-306. (2013)
- Pró E. *Anatomía Clínica*. 1era Edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Argentina): Editorial Médica Panamericana (2012).

19. Raposio E, Nordström RE. Biomechanical properties of scalp flaps and their correlations to reconstructive and aesthetic surgery procedures. *Skin Res Technol*; 4(2):94-8. (1998)
20. Stark HL. Directional variations in the extensibility of human skin. *Br J Plast Surg*; 30(2):105-14. (1977)
21. Sugihara T, Ohura T, Homma K, Igawa HH. The extensibility in human skin: variation according to age and site. *Br J Plast Surg*; 44(6):418-22. (1991)
22. Testut L, Latarjet A. *Tratado de Anatomía Humana*. 9a Edición. Barcelona (España): Salvat Editores; Tomo Primero, Osteología - Artrología - Miología. (1968)
23. Whittle K, Kieser JA, Ichim I, Swain MV, Waddell JN, Livingstone V, Taylor M. The biomechanical modeling of non-ballistic skin wounding: blunt force injury. *Forensic Science, Medicine and Pathology*; 4: 33-9. (2008)
24. Yazdani Abyaneh MA, Griffith R, Falto-Aizpurua L, Nouri K. Famous lines in history: Langer lines. *JAMA Dermatol*; 150(10):1087. (2014).

TUBERCULOSIS EN EL CADÁVER Y BIOSEGURIDAD EN LA AUTOPSIA

Análisis crítico del valor de la refrigeración cadavérica como medida de reducción del riesgo laboral

DIAZ GRIGAITES, SEBASTIÁN

Médico Legista Universitario. | Médico Forense de la Morgue Judicial de Lomas de Zamora

Resumen. En algunas morgues de la Argentina ocurre con cierta frecuencia el planteo sobre la posibilidad de conservar bajo cámara fría los cadáveres con sospecha de tuberculosis, durante un promedio de 14 a 21 días, con el objetivo de disminuir el riesgo laboral. Este trabajo se propone analizar tres dimensiones del problema: a) la viabilidad microbiológica del bacilo en contextos postmortem; b) el riesgo real de infección para el operador; y c) la utilidad operativa de diferir la autopsia en cadáveres con sospecha o certeza de infección por el bacilo. Hipótesis de trabajo: Los estudios demuestran que la refrigeración del cadáver no garantiza la inactivación del bacilo; no obstante, la extrapolación entre viabilidad microbiológica e infectividad ocupacional debe realizarse con cautela. En ese contexto, las recomendaciones internacionales priorizan las medidas de control ambiental y la protección respiratoria por encima de la mera dilación temporal del examen.

Palabras clave: tuberculosis; autopsia; refrigeración cadavérica.

Abstract. In some morgues in Argentina, it is relatively common to consider storing bodies with suspected tuberculosis in refrigerated chambers for 14 to 21 days to reduce occupational risk. This paper analyzes three dimensions of this issue: a) the microbiological viability of MTBC in postmortem settings; b) the actual risk of infection for personnel; and c) the operational usefulness of delaying autopsy in bodies with suspected or confirmed MTBC infection. Working hypothesis: Available evidence indicates that refrigeration of the corpse does not ensure MTBC inactivation; however, any extrapolation between microbiological viability and occupational infectivity must be made with caution. In this context, international recommendations prioritize environmental control measures and respiratory protection over the mere temporal postponement of the examination.

Keywords: tuberculosis; autopsy; postmortem refrigeration.

Introducción.

La sospecha de tuberculosis en el cadáver plantea un problema concreto de bioseguridad durante la autopsia. Entre las conductas habitualmente propuestas se encuentra la conservación del cuerpo en cámara fría durante varios días, con la intención de disminuir el riesgo de infección del personal. No obstante, la validez científica de esta medida como estrategia específica de reducción del riesgo resulta discutible. Por ello, el presente trabajo analiza críticamente la evidencia disponible sobre viabilidad postmortem, riesgo laboral de infección y utilidad operativa de la refrigeración cadavérica prolongada.

Método.

Con el fin de ordenar el análisis, la bibliografía se jerarquizó en tres niveles según su proximidad con la pregunta central y su valor probatorio. En un primer nivel se incluyeron los estudios con aislamiento o cultivo de MTBC viable en material cadavérico o postmortem, las revisiones sistemáticas y las guías institucionales de mayor relevancia para la práctica de autopsia y bioseguridad. En un segundo nivel se consideraron tesis, series limitadas y estudios indirectos, útiles para ampliar el contexto, pero con menor fuerza demostrativa. En un tercer nivel se ubicaron los trabajos sobre supervivencia del MTBC en esputo, suelo, condiciones de frío experimental, membrana externa bacteriana u otros modelos biológicos, que aportan plausibilidad biológica, aunque no constituyen una demostración directa de lo que ocurre durante una autopsia. (5,8,15,18,19) Esta jerarquización no implica excluir la evidencia indirecta, sino interpretarla según su verdadero alcance. Por tanto, las conclusiones del presente análisis se apoyan prioritariamente en estudios postmortem y en recomendaciones técnicas aplicables al riesgo laboral durante la autopsia, utilizando la evidencia experimental o ambiental como complemento explicativo y no como prueba principal. Bajo estos criterios metodológicos, se priorizaron los trabajos

que abordaran, de manera directa o indirecta, al menos uno de los siguientes aspectos: persistencia de viabilidad del bacilo en tejidos o fluidos postmortem, exposición ocupacional en autopsias, generación de aerosoles durante la disección y recomendaciones técnicas de bioseguridad aplicables a patógenos de transmisión aérea.

Alcance y límites.

La demostración de viabilidad microbiológica postmortem no equivale, por sí sola, a riesgo real de exposición ocupacional. La posibilidad de recuperar o cultivar MTBC en tejidos o fluidos cadavéricos no permite inferir automáticamente el riesgo para el operador durante la autopsia. Esa extrapolación requiere cautela, ya que intervienen otros

factores, en particular la carga bacilar, el órgano o tejido comprometido, el tipo de maniobra realizada, el tiempo transcurrido desde la muerte, las condiciones de conservación y, sobre todo, la generación de aerosoles durante la manipulación del cuerpo. (4,7-8,13,18)

A ello se suma que la evidencia directa en cadáveres humanos sigue siendo limitada. Existen estudios que demuestran persistencia de viabilidad del bacilo en material postmortem, incluso tras períodos prolongados de conservación en frío; sin embargo, la búsqueda bibliográfica no identificó estudios que demuestren, de manera validada, que la refrigeración del cadáver durante 14 a 21 días reduzca el peligro de contagio asociado a la autopsia. En síntesis, la falta de evidencia directa a favor de esa práctica impide considerarla, por sí sola, una medida estándar de bioseguridad. (5,8,18,19)

Además de la persistencia de viabilidad, la literatura documenta episodios de transmisión ocupacional vinculados a la manipulación postmortem de cadáveres con tuberculosis, incluyendo embalsamamiento y otros contextos mortuorios. Estos antecedentes refuerzan

que la discusión sobre el riesgo no puede reducirse a la mera presencia del bacilo, sino que debe considerar las condiciones específicas en que se produce la exposición. (1,12,17,20)

Dado el contexto de evidencia limitada descrito, resulta fundamental analizar los mecanismos fisiopatológicos que determinan el riesgo real durante la autopsia. Por lo tanto, la dilación temporal del examen puede responder a razones logísticas, administrativas o periciales; sin embargo, no cuenta con evidencia científica suficiente que respalde su efectividad como estrategia específica para reducir el riesgo laboral por tuberculosis. (3,8,18)

En este contexto, la evaluación del riesgo no debe centrarse en la mera persistencia temporal del microorganismo, sino en las condiciones concretas en que puede producirse la exposición durante la autopsia, especialmente en las maniobras capaces de generar aerosoles infectantes. (4,7,13,18)

Ante estas limitaciones de la evidencia, resulta fundamental analizar los mecanismos fisiopatológicos que determinan el riesgo real de infección ocupacional.

Marco fisiopatológico y operativo.

El riesgo para el operador durante la autopsia no depende únicamente de la presencia del bacilo en el cadáver, sino, sobre todo, de las condiciones en que puede producirse la exposición del operador. Desde el punto de vista fisiopatológico, el mecanismo de mayor relevancia es la generación de aerosoles infectantes a partir de tejidos o secreciones que contienen bacilos viables. Por consiguiente, la sola persistencia del microorganismo en el

cuerpo no basta para definir peligro real de exposición, el cual depende además de la carga bacilar, del órgano comprometido, del grado de alteración anatómica, del tipo de maniobra realizada y del entorno técnico en que se desarrolla el examen. (7,13,18)

Estas consideraciones técnicas tienen implicaciones operativas directas. En este contexto, ciertas maniobras de la autopsia adquieren especial importancia. La apertura de la vía aérea, la extracción y disección pulmonar, el corte de parénquima friable o cavitado, la compresión manual del pulmón, el uso de sierras y el lavado a presión pueden favorecer la dispersión de aerosoles potencialmente infectantes y, por lo tanto, aumentar la posibilidad de exposición laboral. Este aspecto resulta particularmente relevante en cadáveres con tuberculosis pulmonar o laríngea, así como en aquellos con lesiones cavitadas, material caseoso o secreciones respiratorias potencialmente bacilíferas. (4,7,13)

Desde el punto de vista operativo, esto implica que la refrigeración del cadáver puede conservar el cuerpo, pero no neutraliza por sí misma el mecanismo principal de riesgo durante la autopsia, que es la aerosolización de material infectante al momento de la manipulación. Por ello, la reducción del riesgo no depende de la dilación temporal del examen, sino de la implementación de medidas concretas de control: ventilación adecuada de la sala, presión negativa cuando esté disponible, protección respiratoria adecuada, protección ocular o facial, técnica de trabajo cuidadosa y limitación de los procedimientos generadores de aerosol. (2-4,6,11,13-14,18)

De este modo, la valoración del riesgo en una autopsia con sospecha o certeza de tuberculosis no debe centrarse exclusivamente en el tiempo transcurrido desde la muerte ni en la permanencia del cadáver en refrigeración, sino en la combinación entre viabilidad

potencial del microorganismo, tipo de compromiso anatómico y condiciones reales de exposición durante el procedimiento. Bajo este criterio, la bioseguridad efectiva depende más de la identificación del riesgo y del control de la aerosolización que de una espera temporal preestablecida. (4-6,8,13,18)

La necesidad de estas precauciones se ve reforzada por el hecho de que un porcentaje considerable de casos de tuberculosis puede

no haber sido reconocida en vida y detectarse recién durante la autopsia, lo que incrementa el riesgo de exposición inesperada del personal. (9-10)

Conclusión.

El análisis de la evidencia disponible y de los mecanismos fisiopatológicos involucrados permite concluir que la bibliografía revisada no aporta evidencia suficiente para sostener que la conservación refrigerada del cadáver entre 4 y 10 °C durante 14 a 21 días reduzca de manera validada la viabilidad o la infectividad postmortem del *Mycobacterium tuberculosis complex* (MTBC) al punto de justificar, por sí sola, la dilación de la autopsia como medida de bioseguridad. Si bien existen datos que demuestran persistencia de viabilidad bacilar en material postmortem, esa constatación no equivale automáticamente a riesgo efectivo de infección laboral, el cual depende de otros factores, especialmente del compromiso anatómico, de la carga bacilar, del tipo de maniobra realizada y de la posibilidad de generar aerosoles infectantes durante la autopsia. (4-5,7-8,13,18-19)

Así pues, la refrigeración del cadáver puede responder a razones logísticas, administrativas o periciales, pero no debe interpretarse como una estrategia suficiente ni científicamente validada para reducir el riesgo laboral por tuberculosis. La reducción del peligro ocupacional en estos casos depende, principalmente, de la evaluación adecuada del riesgo, del control de la aerosolización, de las condiciones ambientales de la sala y del uso correcto de protección respiratoria y demás medidas preventivas aplicables a patógenos de transmisión aérea. (2-4,6,9-11,13-14,18)

Finalmente, ante toda autopsia con sospecha o confirmación de tuberculosis, el criterio técnico no debe centrarse en una espera temporal preestablecida, sino en la implementación rigurosa de medidas operativas capaces de reducir la exposición del personal. (2-3, 13, 16-18, 20)

Conflicto de intereses.

El autor se desempeña como médico forense en la Morgue Judicial de Lomas de Zamora y declara no presentar conflictos de interés económicos, comerciales ni financieros vinculados con el presente trabajo.

Referencias bibliográficas.

1. Anderson, JA. Meissner, JS. Ahuja, SD. et al. Confirming *Mycobacterium tuberculosis* transmission from a cadaver to an embalmer using molecular epidemiology. *Am J Infect Control*. 2015 May 1;43(5):543-5. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.01.027>
2. CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. National Institutes of Health. 6th Edition. 2020. https://www.cdc.gov/labs/pdf/SF_19_308133-A_BMBL6_00-BOOK-WEB-final-3.pdf
3. CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for Preventing the Transmission of *Mycobacterium tuberculosis* in Health-Care Settings. *MMWR*. 2005; 54(17). <https://www.cdc.gov/mmwr/pdf/rr/rr5417.pdf>
4. Connolly, AJ. Finkbeiner, WE. Ursell, PC. et al. Autopsy biosafety. In: *Autopsy Pathology: A Manual and Atlas*. 2nd ed. Elsevier; 2016. p. 24–32. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-28780-7.00003-2>
5. Correia, JC. Steyl, JL. De Villiers, HC. Assessing the survival of *Mycobacterium tuberculosis* in unembalmed and embalmed human remains. *Clin Anat*. 2014;27(3):304–307. <https://doi.org/10.1002/ca.22355>
6. Dufayet, L. Langrand, J. Ludes, B. Risk of occupational infection in forensic workers: a review. *Forensic Sci Res*. 2023 Jan 13;8(1):1-4. <https://doi.org/10.1093/fsr/owad001>
7. Flavin, RJ. Gibbons, N. O'Briain, DS. *Mycobacterium tuberculosis* at autopsy-- exposure and protection: an old adversary revisited. *J Clin Pathol*. 2007;60(5):487–491. <https://doi.org/10.1136/jcp.2005.032276>
8. Geoffray, L. et al. Post-mortem transmission risk of infectious disease: A systematic review. *Leg Med (Tokyo)*. 2024; 71:102530. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2024.102530>
9. Ghosh, AK. Chaudhari, VA. Joseph, NM. et al. The prevalence of pulmonary and extrapulmonary tuberculosis in forensic autopsies in a teaching hospital in South India. *J Family Med Prim Care*. 2024;13(4):1434-1439. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1412_23
10. Karat, AS. Omar, T. von Gottberg, A. et al. Autopsy Prevalence of Tuberculosis and Other Potentially Treatable Infections among Adults with Advanced HIV Enrolled in Out-Patient Care in South Africa. *PLoS One*. 2016;11(11):e0166158. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166158>
11. Kim, MY. et al. Proposal of the autopsy guideline for infectious diseases: preparation for the post-COVID-19 era (abridged translation). *J Korean Med Sci*. 2020;35(33):e310. <https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e310>
12. Lauzardo, M. Lee, P. Duncan, H. et al. Transmission of *Mycobacterium tuberculosis* to a funeral director during

routine embalming. *Chest*. 2001;119(2):640-642.
<https://doi.org/10.1378/chest.119.2.640>

13. Nolte, K. et al. Biosafety Considerations for Autopsy. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 2002; 23(2):107–122. <https://doi.org/10.1097/00000433-200206000-00001>

14. Saegeman, V. et al. Microbiology in minimally invasive autopsy: best techniques to detect infection. ESGFOR (ESCMID study group of forensic and post-mortem microbiology) guidelines. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2021;17:87–100. <https://doi.org/10.1007/s12024-020-00337-x>

15. Shu, S. et al. Cryopreservation of Mycobacterium tuberculosis Complex Cells. *Journal of Clinical Microbiology*. 2012; 50(11):3575-3580.
<https://doi.org/10.1128/JCM.00896-12>

16. Stephenson, L. Byard, RW. Issues in the handling of cases of tuberculosis in the mortuary. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2019; 64:42-44.
<https://doi.org/10.1016/j.jflm.2019.04.002>

17. Sterling, TR. Pope, DS. Bishai, WR. et al. Transmission of Mycobacterium tuberculosis from a cadaver to an embalmer. *N Engl J Med*. 2000;342(4):246-248.
<https://doi.org/10.1056/NEJM200001273420404>

18. Youd, E. et al. G183 Guidelines on autopsy practice: Precautions for high-risk infectious autopsies. London: The Royal College of Pathologists; 2025. Available from:
<https://www.rcpath.org/asset/641EB44E-C64F-44AA-A613F8D12902E362>

19. Unuma, K. et al. Autopsy identification of viable Mycobacterium tuberculosis in the lungs of a markedly decomposed body. *J Forensic Sci*. 2021;66(1):347–351.
<https://doi.org/10.1111/1556-4029.14532>

20. Ussery, XT. Bierman, JA. Valway, SE. et al. Transmission of multidrug-resistant Mycobacterium tuberculosis among persons exposed in a medical examiner's office, New York. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1995;16(3):160–165.
<https://doi.org/10.1086/647078>



Boletín de Trabajos y Publicaciones Científicas de la
Asociación de Médicos Forenses de la República Argentina

www.amfra.org.ar