



**ORIGINAL**

# Un método sencillo para cuantificar el patrón del pliegue del nudillo dorsal: una potencial herramienta en el proceso de identificación humana en contextos forenses.

A SIMPLE METHOD FOR QUANTIFYING THE DORSAL KNUCKLE CREASE PATTERN: A POTENTIAL TOOL IN THE PROCESS OF HUMAN IDENTIFICATION IN FORENSIC CONTEXTS.

Humpire D.<sup>1</sup>, Saravia J.<sup>1</sup>, Lázaro N.<sup>1</sup>, Lescano E.<sup>1</sup>, Huacho R.<sup>1</sup>, Vizarreta A.<sup>1</sup>, Arhuire A.<sup>1</sup>, Lope H.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Área de Antropología Física Forense. Oficina de Peritajes, Ministerio Público-Fiscalía la Nación (Perú).

**RESUMEN:** En los casos de posesión de imágenes de explotación sexual infantil, los operadores de justicia necesitan saber si la persona a quien se le incautó el material pornográfico ha participado en el abuso sexual. Por ello, se solicita la opinión de un perito forense para establecer la identificación de un sospechoso mediante la comparación de imágenes. Dado que suelen ser las únicas partes visibles del cuerpo, las manos son de vital importancia en el proceso de identificación. Este estudio documentó el patrón del pliegue del nudillo dorsal en las manos de 46 participantes (n=92) para diseñar un método sencillo de cuantificación de los pliegues lineales horizontales (PLH). Esta cuantificación nos permitió asignar una secuencia numérica de cinco valores para cada mano. Además, se exploró la variabilidad y capacidad discriminatoria de los PLH. Los resultados indicaron que los PLH son rasgos anatómicos altamente variables y las secuencias numéricas asignadas fueron únicas en cada mano, facilitando la individualización de cada participante. De este modo, sugerimos que la cuantificación de los PLH puede contribuir a proponer una hipótesis de inclusión o exclusión en el marco de un procedimiento más amplio de identificación que incluya la comparación *ad-hoc* de los detalles morfológicos de los pliegues y otros rasgos anatómicos de la mano.

**PALABRAS CLAVE:** Pliegue del nudillo dorsal, identificación humana, comparación de imágenes

**ABSTRACT:** When justice officials are in possession of child sexual exploitation images, they need to know whether the person from whom the pornographic material was seized was involved in the sexual abuse. Therefore, the opinion of a forensic expert is requested to establish the identification or exclusion of a suspect through image comparison. Since the hands are often the only visible parts of the body, they are of vital importance in the identification process. In this study, we documented the dorsal knuckle crease pattern in the hands of 46 participants (n=92) to design a simple method that quantifies horizontal linear creases (HLCs) to obtain a numerical sequence of five values. Likewise, the variability and discrimination capability of HLCs were explored. The results indicated that HLCs are highly variable anatomical features and the numerical sequences assigned were unique to each hand, facilitating the individualization of each participant. Thus, we suggest that the quantification of LPCs be used as an inclusion or exclusion criterion in the broader identification procedure that includes the ad hoc comparison of the morphological details of the folds and other anatomical characteristics of the hand.

**KEY WORDS:** Dorsal knuckle crease, human identification, image comparison.

**CONTACTO:** José Saravia Yataco. Oficina de Peritajes, Ministerio Público-Fiscalía de la Nación. Av. Prolongación Arica N° 1832 -Lima, Perú. Email: jsaravia9419@gmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN.

En Perú, durante el periodo 2017-2019, se reportaron 20,500 casos de abuso sexual contra menores de edad ante la

fiscalía [1]. Sabemos que un número desconocido de estos casos son registrados y almacenados en soportes digitales, tales como fotografías o videos. Además, el fácil acceso al internet ha propiciado que estas imágenes de abuso sexual

infantil circulen con mucha facilidad en la red informática mundial (*world wide web*).

En ese contexto, es necesario distinguir entre el delito de posesión de imágenes de explotación sexual infantil y el acto de participar en el abuso sexual [2]. Los operadores de justicia que se enfrentan ante esta situación solicitan la opinión científica de los expertos forenses para determinar si el propietario del material pornográfico participó en el abuso sexual.

Convencionalmente, dicho procedimiento se realiza mediante la comparación facial en las imágenes de un delincuente y un sospechoso. Sin embargo, en los delitos de abuso sexual no es común observar la cara de los perpetradores, dificultando la aplicación de dicha técnica de identificación. Afortunadamente, las manos suelen ser visibles, convirtiéndose en el único recurso disponible para establecer la identidad del perpetrador.

En este contexto, la comunidad forense se ha interesado en comprobar la utilidad de los rasgos anatómicos de la mano en el campo de la identificación humana. En consecuencia, se desarrollaron investigaciones orientadas a establecer la variabilidad anatómica y utilidad en la identificación humana del patrón de las venas [3, 4, 5, 6], las pigmentaciones de la piel [7, 8], las cicatrices [9, 10], las dimensiones de la mano [11], el pliegue de los nudillos [2, 12], entre otros.

A pesar de que se ha demostrado la utilidad del patrón del pliegue de los nudillos dorsales de la articulación interfalángica proximal en el campo de la identificación humana [2, 12], este rasgo anatómico ha sido poco explorado desde la perspectiva de la variabilidad anatómica.

Chattopadhyay y Sukul [12] establecieron una clasificación para documentar el pliegue de los nudillos y, aunque reportaron un alto nivel de precisión en la eficacia de identificación, no ofrecieron detalles sobre el procedimiento aplicado. Por otro lado, Baines [2] abordó los aspectos de la aplicabilidad del pliegue de los nudillos en la identificación humana en el contexto de la comparación de imágenes y estableció las bases para el futuro desarrollo de un método de identificación.

A pesar de dichos esfuerzos, y hasta donde sabemos los autores, actualmente no existe un método para establecer la identificación mediante el uso del pliegue de los nudillos orientado desde la perspectiva de la variabilidad humana. Por esta razón nos propusimos elaborar un método sencillo para la cuantificación del patrón del pliegue del nudillo dorsal que sirva como herramienta de apoyo en la elaboración de una hipótesis de inclusión o exclusión en el marco de procedimiento más amplio de identificación humana mediante la comparación de imágenes.

En ese sentido, tenemos dos objetivos: primero, evidenciar que la característica anatómica del pliegue del nudillo dorsal establecida para este estudio (pliegue lineal horizontal) es lo suficientemente variable como para sugerir su uso en el procedimiento de inclusión/exclusión. En segundo lugar, demostrar que la cuantificación del patrón del pliegue de los nudillos en secuencias numéricas nos permite individualizar las manos de cada participante. Cabe precisar que, debido al limitado número de la muestra, los resultados no deben extrapolarse a la población mundial o una muestra más amplia.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS.

Se convocaron 46 participantes voluntarios, de los cuales 23 fueron varones y 23, mujeres con edades comprendidas entre los 19 y 65 años. Todos los participantes fueron de nacionalidad peruana.

Se documentó fotográficamente la región dorsal de las manos, empleando una cámara semiprofesional (Nikon P520®). Se solicitó a los participantes que colocaran sus manos en dos posiciones diferentes: a) mano pronada con los dedos extendidos y b) semi-pronada (Figura 1). Puesto que cada mano se evaluó de manera independiente, se analizaron un total de 92 manos.

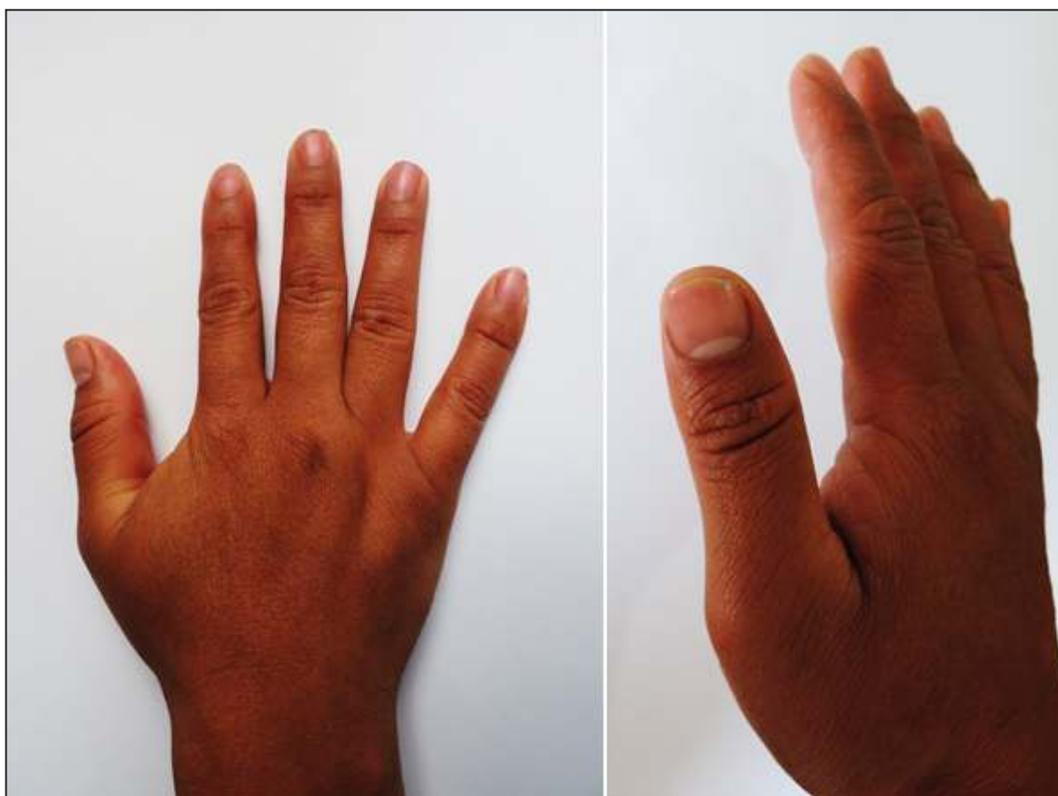


Figura 1. Mano en posición pronada (izquierda) y semi-pronada (derecha).

La documentación del patrón del pliegue de los nudillos dorsales de la articulación interfalángica proximal consistió en la identificación de los pliegues lineales horizontales (PLH). En este estudio definimos como PLH a aquellos

pliegues que estaban orientados horizontalmente, independientemente de su forma (rectas o curvas) o extensión (Figura 2).

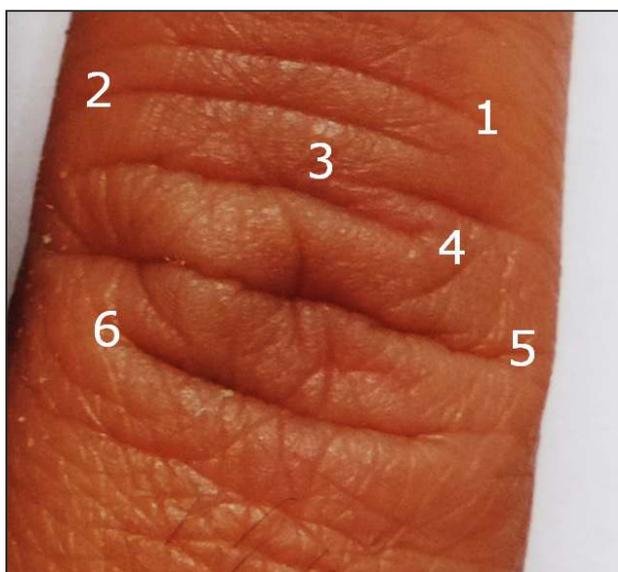


Figura 2. Cuantificación de los pliegues lineales horizontales (PLH).

Siguiendo el enfoque de Hartung y colaboradores [6], los PLH fueron cuantificados en cada uno de los nudillos dorsales de los dedos, obteniendo así una secuencia numérica de cinco valores para cada mano (Tabla 1). Posteriormente, las secuencias numéricas fueron comparadas entre sí para comprobar si estas fueron únicas e irrepetibles para cada mano.

Adicionalmente, las variables fueron analizadas mediante el uso de pruebas estadísticas con la finalidad de identificar su grado de variabilidad y capacidad discriminatoria.

Variable	Descripción
1	Cantidad de PLH en el nudillo dorsal del dedo pulgar
2	Cantidad de PLH en el nudillo dorsal del dedo índice
3	Cantidad de PLH en el nudillo dorsal del dedo medio
4	Cantidad de PLH en el nudillo dorsal del dedo anular
5	Cantidad de PLH en el nudillo dorsal del dedo meñique

Tabla 1. Descripción de las cinco variables.

### 3. RESULTADOS.

Considerando la totalidad de las manos (n=92), las estadísticas descriptivas indicaron que las variables

presentaban una desviación estándar que oscilaba entre 1.28 y 2.14 (Tabla 2). La figura 3 representa gráficamente la variabilidad de los PLH en la totalidad de las manos.

Variable	N	Media	Desv. Est.	Varianza
1	92	4.48	1.28	1.64
2	92	7.39	1.80	3.23
3	92	8.05	2.14	4.58
4	92	7.83	2.09	4.37
5	92	5.55	1.73	2.99

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de las variables 1-5.

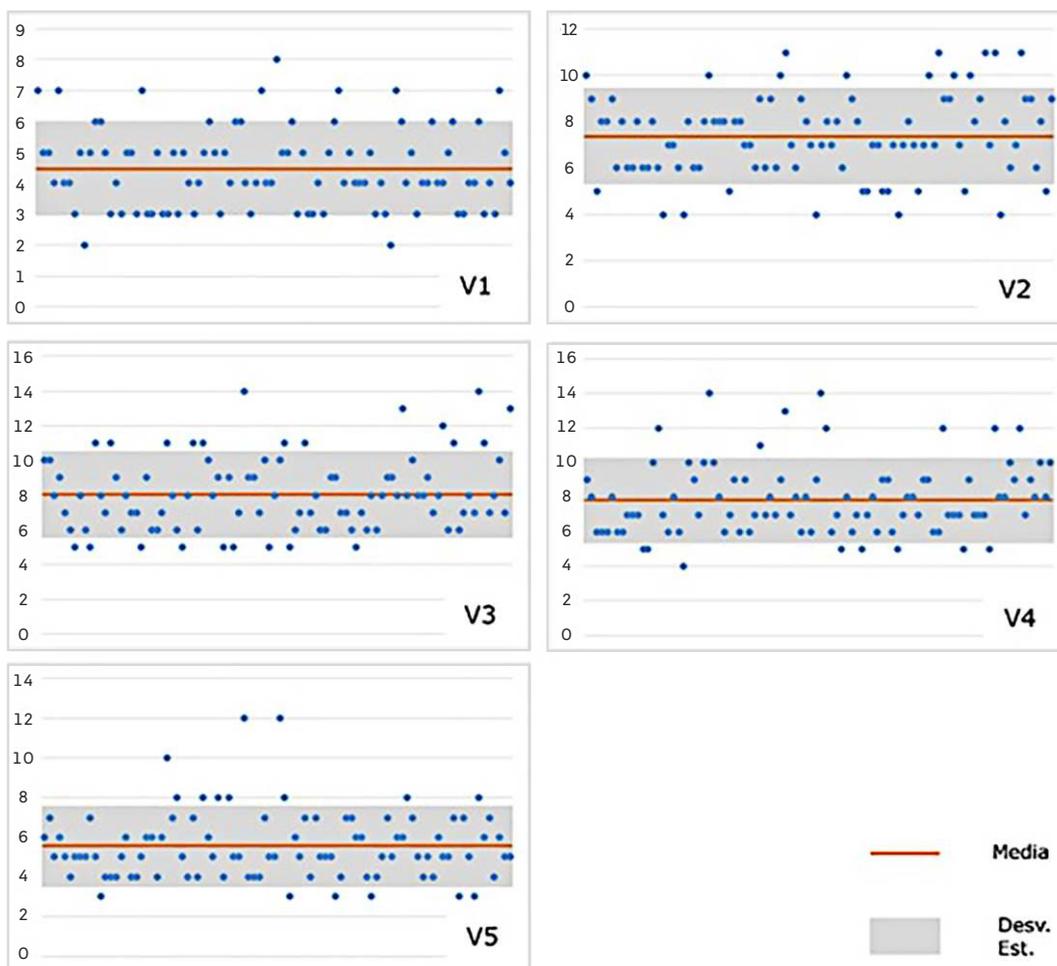


Figura 3. Representación gráfica de la variabilidad de los PLH en las variables 1-5.

Además, se compararon las manos del lado derecho e izquierdo para evaluar si existían diferencias entre ambos lados. Dado que las variables 1 y 2 presentaron una distribución normal ( $p > 0.05$ ), se aplicó la prueba paramétrica T-Student. Esta prueba indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $p > 0.05$ ). Por el contrario, las variables 3, 4 y 5, no cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad ( $p < 0.05$ ), razón por la que aplicamos la prueba no paramétrica U de

Mann-Whitney. Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los lados ( $p > 0.05$ ).

Posteriormente, se compararon los PLH en las variables 1 a 5 para evaluar si existían diferencias entre los dedos de las manos. La prueba no paramétrica Kruskal-Wallis evidenció que existían diferencias en al menos una variable ( $p < 0.05$ ). La prueba de Dunn demostró que las variables 1 y 5 fueron diferentes respecto a las demás (Figura 4).

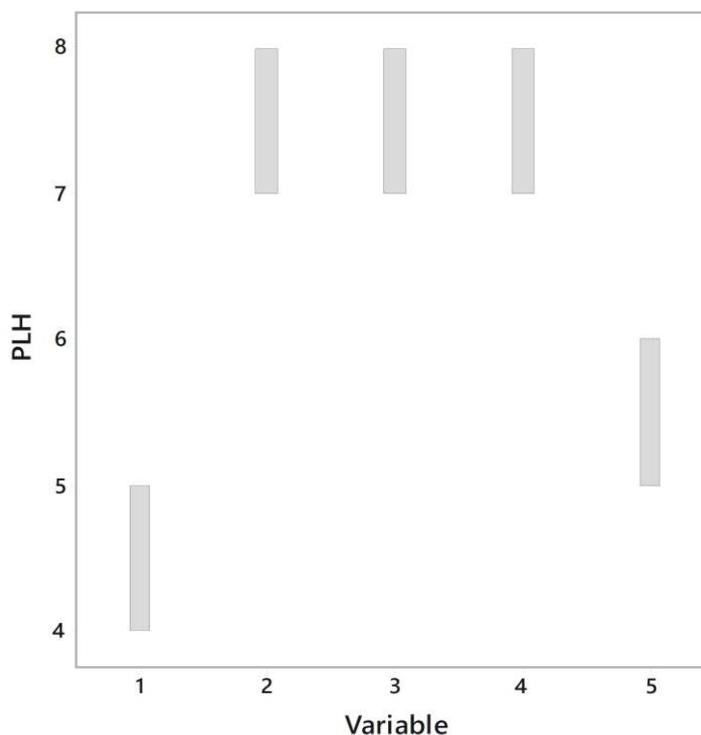


Figura 4. Comparaciones múltiples entre las variables 1-5 (prueba de Dunn).

Finalmente, la cuantificación del patrón del pliegue de los nudillos dorsales, específicamente los PLH, demostró que cada mano presentaba una secuencia numérica única e irrepetible. Sin embargo, se observaron coincidencias en los

tres primeros valores que conformaron dicha secuencia numérica (Tabla 3 y 4). En el caso de las manos derechas encontramos superposiciones en un total de 16 casos (Tabla 3), mientras que en las manos izquierdas en 8 casos (Tabla 4).

R	V1	V2	V3	V4	V5
1	7	10	10	9	6
2	5	9	10	8	7
3	5	5	8	6	5
4	4	8	9	6	6
5	7	8	7	6	5
6	4	9	6	8	4
7	4	6	5	6	5
8	3	8	8	6	5
9	5	6	6	7	5
10	3	6	5	7	7
11	5	8	11	7	5
12	6	6	8	5	3
13	6	6	7	5	4
14	5	8	11	10	4
15	3	6	9	12	4
16	4	4	6	7	5
17	3	7	8	6	6
18	5	7	7	8	4
19	5	6	7	6	4
20	3	4	5	4	5
21	7	8	9	10	6
22	3	6	6	9	6
23	3	6	6	7	4
24	5	8	7	10	6
25	3	10	11	14	10
26	3	8	8	10	7
27	5	8	6	8	8
28	3	8	5	6	5
29	5	5	8	7	4
30	4	8	11	9	7
31	3	8	6	6	4
32	4	7	11	9	8
33	5	7	10	6	6
34	6	6	8	7	5
35	5	9	9	11	8
36	3	6	5	7	4
37	5	9	9	8	8
38	4	6	5	7	5
39	6	10	7	9	5
40	6	11	14	13	12
41	4	7	9	7	4
42	3	6	9	8	4
43	4	9	7	6	4
44	7	8	10	8	7
45	4	7	5	6	5
46	4	4	8	9	5

R	V1	V2	V3	V4	V5
1	8	7	10	14	12
2	5	8	11	12	8
3	5	7	5	6	3
4	6	8	6	7	6
5	3	6	7	5	5
6	5	10	11	8	7
7	3	9	7	6	4
8	3	8	8	7	7
9	4	5	6	5	5
10	3	5	6	7	5
11	5	7	9	8	5
12	6	7	9	6	3
13	7	5	7	9	4
14	4	5	7	9	7
15	5	7	6	6	7
16	4	4	5	5	6
17	4	7	7	7	6
18	4	8	6	8	4
19	5	7	8	8	3
20	3	5	6	7	4
21	4	7	8	9	5
22	3	10	9	9	7
23	3	7	9	6	5
24	7	11	8	6	6
25	6	9	13	12	6
26	4	9	8	7	8
27	5	10	10	7	7
28	3	7	8	7	5
29	4	5	8	5	4
30	4	10	9	9	5
31	6	8	7	7	4
32	4	9	8	7	6
33	4	11	12	7	5
34	5	7	6	5	5
35	6	11	11	12	7
36	3	4	6	8	3
37	3	8	7	8	7
38	4	6	8	10	5
39	4	7	7	9	3
40	6	11	14	12	8
41	3	9	11	7	6
42	4	9	7	9	7
43	3	6	8	8	4
44	7	8	10	10	6
45	5	5	7	8	5
46	4	9	13	10	5

Tabla 3 (a-b). Secuencias numéricas obtenidas para las manos derechas (a) e izquierdas (b). Los cuadros de color plomo representan las coincidencias de los tres primeros valores.

#### 4. DISCUSIÓN.

En el campo de la identificación humana, es deseable que los rasgos anatómicos establecidos para dicho propósito posean una buena capacidad discriminativa. En términos estadísticos, esta cualidad se refleja en variables con una gran desviación estándar [11]. Las estadísticas descriptivas de las variables (Tabla 4) y su representación gráfica (Figura 2), ofrecen evidencia para argumentar que los pliegues de los nudillos (PLH) parecen ser lo suficientemente variables como para recomendar su uso como criterio de inclusión o exclusión, siempre que se encuentre en el marco de un procedimiento más amplio de identificación.

Además, las pruebas estadísticas adicionales demostraron que no existen diferencias significativas en la variabilidad de los PLH entre las manos. En ese sentido, consideramos que cualquiera de las manos (derecha o izquierda) pueden ser empleadas indiscriminadamente en el procedimiento de identificación. En el caso de la variabilidad entre los dedos, encontramos que v1 y v5 (dedo pulgar y meñique, respectivamente) difieren de las demás variables. Es posible que esta diferencia sea causada por una menor variabilidad de estas variables (ver Tabla 2).

En concordancia con dicha evidencia, la codificación del patrón del pliegue de los nudillos dorsales en secuencias numéricas nos permitió demostrar que cada mano presenta una combinación única de valores. En otras palabras, no encontramos dos personas con la misma secuencia numérica e incluso dos manos de una misma persona con secuencias idénticas. De este modo, fue posible individualizar la mano de cada participante mediante una sencilla verificación de coincidencias o discrepancias entre los valores de las secuencias numéricas.

Dado que observamos coincidencias en los tres primeros valores de las secuencias numéricas (V1-V3), la individualización de una mano (sin importar el lado) debe realizarse con al menos 4 de 5 variables.

Respecto a las investigaciones previas desarrolladas sobre el patrón del pliegue de los nudillos, discutiremos nuestros resultados con las investigaciones abordadas desde la perspectiva de la variabilidad anatómica y aplicadas a la identificación humana en el marco de la comparación de imágenes. Cabe mencionar que los estudios desarrollados bajo este enfoque son escasos.

Chattopadhyay y Sukul [12] establecieron una clasificación pormenorizada de los pliegues (troncales y ramificaciones) y reportaron las respectivas frecuencias, concluyendo que los pliegues del tipo troncal horizontal son altamente frecuentes. Nuestro estudio retoma este aporte, para enfocarse en la

documentación de dicho tipo de pliegue, denominándolo como pliegue lineal horizontal.

Lamentablemente, no se presentaron las tasas de variabilidad de sus datos, razón por la que no fue posible establecer una comparación en este punto. Adicionalmente, los autores mencionaron que las identificaciones basadas en su sistema clasificatorio de los pliegues alcanzaron una precisión del 91.9%. Sin embargo, no especificaron el procedimiento aplicado en el proceso de identificación.

Más tarde, Lorkiewicz-Muszynska [13] afirmó que los pliegues de los nudillos dorsales fueron altamente variables entre individuos e incluso entre las manos derecha e izquierda de una misma persona. Aunque estos resultados son similares a nuestros hallazgos, dicho estudio no presenta una cuantificación de los pliegues, ni evidencia estadística de la variabilidad.

A pesar de que las investigaciones citadas [12, 13] argumentan en favor de la eficacia de los pliegues de los nudillos en el proceso de identificación humana, carecen de un procedimiento estandarizado y replicable.

Por otra parte, Baines [2] desarrolló un método para la documentación del pliegue de los nudillos y abordó la problemática de la aplicabilidad en situaciones forenses. Dicho método propuso una clasificación de los pliegues previamente establecida para documentar el patrón de la red venosa dorsal [4]. Este estudio demostró que los detalles de los pliegues de los nudillos solían perderse en imágenes de baja calidad y cuando la articulación interfalángica proximal era flexionada. Sin embargo, los pliegues lineales permanecieron visibles. Puesto que estos hallazgos nos muestran un escenario más cercano a los casos forenses, nuestra investigación recoge estos aportes para diseñar un método que permita utilizar los PLH como herramienta de apoyo en un procedimiento más amplio de identificación.

De esta forma, cuando se dispone de fotogramas de video o imágenes fotográficas donde solo es posible observar las manos del perpetrador, la cuantificación de los PLH puede aportar en el marco del siguiente procedimiento:

- a. Revisión de las imágenes dubitadas. En el caso de los videos, se debe realizar la extracción de fotogramas.
- b. Documentación fotográfica de las manos del sospechoso (o sospechosos) en posiciones y ángulos fotográficos similares a la muestra dubitada.
- c. Obtención de la secuencia numérica de los PLH de ambas muestras para fines comparativos. Verificar las coincidencias o diferencias entre los valores de cada variable en la

secuencia para sugerir la inclusión o exclusión.

d. Evaluación morfológica detallada de los pliegues dorsales. Si las imágenes de la muestra dubitada son de una calidad suficientemente buena, se evaluarán los detalles de los pliegues dorsales (eg. orientación, extensión, ramificaciones e intersecciones con otros pliegues).

e. Finalmente, se evaluarán otros rasgos anatómicos, tales como la red venosa dorsal [3, 4, 5, 6], las pigmentaciones de la piel [7, 8] y/o cicatrices [9, 10].

De este modo, la utilización de las secuencias numéricas (cantidad de PLH) como criterio de inclusión o exclusión se enmarcaría en un procedimiento de identificación más amplio que incluye el análisis morfológico detallado de los pliegues (comparación *ad-hoc*) y la observación de otros rasgos anatómicos de la mano. En ese sentido, la documentación de los PLH representa un eslabón en una cadena de procedimientos que tienen como finalidad establecer una identificación con un mayor grado de certeza.

Actualmente no es posible realizar una identificación sin género de dudas mediante el uso exclusivo de los PLH. Para que este rasgo anatómico sea empleado como criterio de identificación debe cumplir con cuatro supuestos básicos: universalidad, distintividad, permanencia y facilidad de documentación. La presencia de los pliegues dorsales en todos los seres humanos y su amplia variabilidad nos permite afirmar que los PLH cumplen con los dos primeros supuestos. Sin embargo, es necesario desarrollar investigaciones desde el enfoque de la variabilidad humana que demuestren la permanencia de este rasgo anatómico a lo largo de la vida.

Respecto al cuarto supuesto (facilidad de documentación), debemos mencionar que la visibilidad de los pliegues dorsales en imágenes dubitadas está sujeta a factores externos fuera del alcance del perito, tales como la calidad de la imagen, la luminosidad, el ángulo fotográfico, e incluso la posición de la mano. Se requieren más investigaciones que permitan superar estas dificultades.

Por todas estas razones, sugerimos que el método de cuantificación de los PLH puede contribuir a proponer una hipótesis de inclusión o exclusión, siempre que se encuentre en el marco de un procedimiento más amplio de identificación.

Finalmente, destacamos la necesidad de aumentar el número de participantes para respaldar la fiabilidad del método de cuantificación propuesto, así como realizar estudios de error intraobservador e interobservador para garantizar la replicabilidad.

## 5. CONCLUSIÓN.

Este estudio ha demostrado que los pliegues lineales horizontales son rasgos anatómicos con una gran variabilidad, lo cual justifica su utilidad en el campo de la identificación humana en contextos forenses. De hecho, la cuantificación de los pliegues lineales horizontales en secuencias numéricas nos permitió individualizar las manos de los participantes. Estas secuencias numéricas pueden extraerse de imágenes dubitadas y compararse con las de un sospechoso para proponer una hipótesis de inclusión o exclusión en el marco de un procedimiento de identificación más amplio que incluya la observación detallada de la morfología de los pliegues y otros rasgos anatómicos. Consideramos que este método podría aportar en la resolución de casos de abusos sexuales o en cualquier tipología delictiva que implique el análisis de imágenes siempre que las manos del perpetrador se encuentren representadas en ellas.

## 6. AGRADECIMIENTOS.

A todos los participantes voluntarios en este estudio, sin ellos no hubiera sido posible esta publicación.

## 7. CONFLICTO DE INTERÉS.

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

## 8. FUENTE DE FINANCIAMIENTO.

Autofinanciado.

## 9. BIBLIOGRAFÍA.

1. Boletín Estadístico del Observatorio de Criminalidad 2019. Perú: Ministerio Público-Fiscalía de la Nación; 2019.
2. BAINES, N. Dorsal Knuckle Crease Pattern: Utility for Forensic Human Identification [MSc dissertation]. Dundee: University of Dundee; 2011.
3. MEADOWS, R. Vein Pattern Analysis for Forensic Human Identification [MSc dissertation]. Dundee: University of Dundee; 2011.

4. DONNELLY, L. Vein pattern quantification using network analysis [MSc disstertation]. Dundee: University of Dundee; 2014.
5. STRATTON, H. Dorsal hand feature analysis: an aid to forensic human identification [PhD disstertation]. Dundee: University of Dundee; 2015.
6. HARTUNG, B., RAUSCHNING, D., RITZ-TIMME, S. A simple approach to use hand vein patterns as a tool for identification. *Forensic Science International*. 2020; 307 :1-7.
7. BLACK, S., MACDONALD-MCMILLAN, B., MALLETT, X., RYNN, C., & JACKSON, G. The incidence and position of melanocytic nevi for the purposes of forensic image comparison. *International Journal of Legal Medicine*. 2013; 128 (3): 535-543.
8. MALONE, C. Photographic Analyses Using Skin Detail of the Hand: A Methodology and Evaluation. *Journal of Forensic Sciences*. 2014; 60 (2): 326-330.
9. BLACK, S., MACDONALD-MCMILLAN, B., & MALLETT, X. The incidence of scarring on the dorsum of the hand. 2013; 128(3): 545-553.
10. MACDONALD-MCMILLAN, B. The quantification of dorsal hand features of interest to assist forensic human identification [MSc disstertation]. Dundee: University of Dundee; 2011.
11. SLOT, A., GERADTS, Z. The Possibilities and Limitations of Forensic Hand Comparison. *Journal of Forensic Sciences*. 2014; 59(6): 1559-1567.
12. CHATTOPADHYAY, S., & SUKUL, B. Identification from dorsal finger pattern: a new approach. *Medicine, Science and the Law*. 2011, 52(1): 17-21.
13. LORKIEWICZ-MUSZYNSKA, D. Sexual crimes on the Internet. Methods of identification of offenders and sexual crime victims based on the features of the hand. En : *Rocznik Bezpiecze stwa, ed. Przyst pczo Teleinformatyczna*. Gdynia; 2019. p.363-392.