TRICLOGÍA FORENSE

Autores

Veronica Paulina Cáceres Manzano
Cristian Joao Vázquez Taza
María Eugenia Lucena de Ustáriz
Freddy Rodolfo Sanchez Polit

INCLUYE
ILUSTRACIONES
Y DESCRIPCIONES

GCPI Unach

TRICLOGÍA FORENSE

INCLUYE
ILUSTRACIONES
Y DESCRIPCIONES

GCPI Unach

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

Rector

Ph.D. Gonzalo Nicolay Samaniego Erazo

Vicerrectora Académica

Ph.D. Lida Mercedes Barba Maggi

Vicerrector de Investigación, Vinculación y Posgrado

Ph.D. Luis Alberto Tuaza Castro

Vicerrectora Administrativa

Ph.D. Yolanda Elizabeth Salazar Granizo

Comité Editorial:

Presidente: Ph.D. Luis Alberto Tuaza Castro

Secretaria: Mg. Sandra Zúñiga Donoso

Miembros: Ph.D. Anita Ríos Rivera; Ph.D. Víctor Julio García; Ph.D. Gerardo Nieves Loja; Ph.D. Carmen Varguillas Carmona; Ph.D. Cristhy Jiménez Granizo; Ph.D. Pablo Djabayan Djibeyan; Ph.D. Magda Cejas Martínez; Ph.D. Cristian Naranjo Navas.

Título de la obra: TRICOLOGÍA FORENSE, Incluye Ilustraciones y descripciones

Autores: Verónica Paulina Cáceres Manzano; Cristian Joao Vázquez Taza; María Eugenia Lucena de Ustáriz; Freddy Rodolfo Sánchez Polit; Riobamba, 2021

© UNACH, 2021

Ediciones: Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH)

Diseño Gráfico: UNACH

Primera edición – junio 2021

Riobamba - Ecuador

Derechos reservados. Se prohíbe la reproducción de esta obra por cualquier medio impreso, reprográfico o electrónico. El contenido, uso de fotografías, gráficos, cuadros, tablas, y referencias es de exclusiva responsabilidad de los autores.

ISBN: 978-9942-835-40-6

ISBN: 978-9942-835-41-3 (DIGITAL)

Registro Biblioteca Nacional

Depósito legal: 060062

DOI: <https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.30>

TRICOLOGÍA FORENSE

INCLUYE ILUSTRACIONES Y DESCRIPCIONES

Filiación autores:

Verónica Cáceres Manzano
Universidad Nacional de Chimborazo
vcaceres@unach.edu.ec

Cristian Joao Vázquez Taza
Universidad Nacional de Chimborazo
cjvazquez.fslc@unach.edu.ec

María Eugenia Lucena de Ustáriz
Universidad Nacional de Chimborazo
mlucena@unach.edu.ec

Freddy Rodolfo Sánchez Polit
Policía Nacional de Ecuador (criminalística)
freddysanchezpolit@gmail.com

GCPI Unach

COLABORADORES

1. Lic. Andrea Flores
2. Lic. Andy Cedeño
3. Lic. Betzy Moreno
4. Lic. Bladimir Arauz
5. Lic. Bryan Pilamunga
6. Lic. Cristian Quito
7. Lic. Dalila Villa
8. Lic. Denisse Cadena
9. Lic. Edwin Chicaiza
10. Lic. Erika Hernández
11. Lic. Indira Tipán
12. Lic. Jessica Remache
13. Lic. Joselyn Parra
14. Lic. Leslie Lema
15. Lic. Manuel Chimbaina
16. Lic. Michelle Sagba
17. Lic. Mishell Yaucén
18. Lic. Oscar Bagua
19. Lic. Selena Quispe
20. Lic. Shirley Echeverría
21. Lic. Verónica Rojano
22. Dr. Médico Legista Jorge Mancero Quintana
23. Dra. Médico Legista María de los Ángeles Galarza
24. Ing. Eliana de la Torre
25. Sr. Jhontan David Lozano Orna

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	19
-------------------	----

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DE LA TRICOLOGÍA.....	21
-------------------------------------	----

TRICOLOGÍA FORENSE.....	22
-------------------------	----

Etimología.....	22
-----------------	----

Qué comprende la tricología.....	22
----------------------------------	----

Utilidad de la tricología forense en la investigación legal.....	22
--	----

Manipulación de los elementos pilosos.....	23
--	----

Examen del elemento piloso en criminalística.....	24
---	----

Limpieza y eliminación de partículas extrañas.....	24
--	----

Aspectos periciales.....	25
--------------------------	----

Distintas características de los elementos pilosos.....	26
---	----

Diferencias entre el elemento piloso humano y animal.....	26
---	----

Biología del elemento piloso.....	27
-----------------------------------	----

Historia del elemento piloso.....	28
-----------------------------------	----

Morfogénesis.....	30
-------------------	----

Inducción del folículo piloso.....	31
------------------------------------	----

Diferenciación celular del folículo piloso.....	32
---	----

CAPÍTULO 2

EL ELEMENTO PILOSO.....	35
-------------------------	----

QUE ES EL ELEMENTO PILOSO.....	36
--------------------------------	----

Características.....	37
1. Elasticidad.....	37
2. Resistencia.....	37
3. Propiedades eléctricas	37
4. Porosidad	38
5. Color.....	38
Diversidad individual	38
Ubicación.....	39
Renovación periódica	39
Resistencia a la putrefacción.....	39
Conservación de estructuras características.....	40
Pruebas de naturaleza	40

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS

DEL ELEMENTO PILOSO.....	43
Forma del elemento piloso	44
Tipos de elemento piloso	45
1. Lanugo.....	45
2. Vello.....	46
3. Intermedio.....	46
4. Terminal.....	46
Longitud	47
Color macroscópico	47

CAPÍTULO 4

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

DEL ELEMENTO PILOSO.....	49
--------------------------	----

Color transmitido	50
Ciclo de crecimiento	51
Fase anágena.....	52
Fase catágena	53
Fase telógena.....	54
Extremo distal.....	54
Sección transversal (tallo)	56
Cutícula	57
Importancia y forma de estudio de la cutícula	58
Borde	58
Espesor.....	59
Disposición de escamas.....	59

CAPÍTULO 5

ESTRUCTURA CAPILAR.....	61
CORTEZA.....	62
Importancia	62
Textura	62
Fusis corticales.....	63
Cuerpos ovoides.....	63
Pigmentos.....	64
Densidad	65
Tamaño de pigmentos	66
Distribución de los Pigmentos	66
Agregación y tamaño de agregación.....	68
MÉDULA.....	69
Forma medular	70

CAPÍTULO 6

PATOLOGÍAS RELACIONADAS A

LA MORFOLOGÍA CAPILAR	73
TRICORREXIS NODOSA	74
Características.....	75
Signos.....	75
Diagnósticos de laboratorio.....	76
Tratamiento	76
Prevención.....	76
MONILETHRIX.....	76
Diagnóstico de laboratorio	78
Tratamiento	78
Pronóstico.....	78
PILI ANNULATI	79
TRICOSQUISIS.....	79
Diagnóstico de laboratorio	80
PILI TORTI	80
TRICHONODOSIS	81
TRICHORRHEXIS INVAGINATA.....	82

CAPÍTULO 7

EL LABORATORIO EN EL DIAGNÓSTICO TRICOLÓGICO.....	83
ANÁLISIS EN EL LABORATORIO	84
Materiales	85
Toma de muestra	86
TIPOS DE MUESTRA Y SU RECOLECCIÓN.....	88

Elementos pilosos del lugar de los hechos	88
Procedimiento.....	88
Elementos pilosos de cadáver	88
Muestra dubitada.....	90
Muestra indubitada	91
Técnica de montaje.....	91
PRUEBAS ESPECIALES.....	93
DETERMINACIÓN DE SEXO	93
Detección de los corpúsculos de Barr	94
Reactivos.....	94
Técnica	95
Resultados	95
Interpretación de los resultados.....	95
EDAD APROXIMADA DEL SUJETO DE QUIEN PROCEDEN	96
TEÑIDO O DECOLORADO DEL ELEMENTO PILOSO.....	96
TRATAMIENTOS QUÍMICOS	97
DETERMINACIÓN DE LA RAZA.....	99
DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO	101
Absorción elución	101
ANTICUERPOS MARCADOS CON RADIOACTIVO	102
ELEMENTO PILOSO CAÍDO, ARRANCADO O CORTADO.....	102

CAPÍTULO 8

RESULTADOS DEL LABORATORIO DE	
TRICOLOGÍA FORENSE.....	105
SIGNIFICADO FORENSE DEL ELEMENTO PILOSO	106

Bases del análisis comparativo.....	106
1. Proceso de identificación.....	107
2. Proceso de examen.....	107
Análisis comparativo.....	108
Subcategorías de las conclusiones	113
FACTORES QUE AFECTAN	
LAS CONCLUSIONES POSITIVAS	113
Factores que pueden disminuir la confiabilidad de una conclusión de comparación positiva:	113
Factores que pueden aumentar la confiabilidad de una conclusión de comparación positiva:	114
FACTORES QUE AFECTAN	
LAS CONCLUSIONES NEGATIVAS.....	114
Factores que pueden disminuir la confiabilidad de una conclusión de comparación negativa:	115
Factores que pueden aumentar la confiabilidad de una conclusión de comparación negativa:	115
 CAPÍTULO 9:	
 DESCRIPCIÓN DE CABELLOS	117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Morfogénesis del elemento piloso.	27
Fases de crecimiento del elemento piloso	31
Folículo piloso.	31
Elementos pilosos corporales	36
Vista microscópica de un cabello	36
Cabello femenino.....	37
Extremidad en estado de putrefacción	39
Forense protegiendo muestras de elementos pilosos	40
Tipos de fibra	41
Microscopio Eléctrico.....	41
Elementos pilosos masculinos.....	44
Lanugo de un recién nacido	45
Vello	46
Elementos pilosos terminales, tomado de un adolescente masculino	46
Recolección de muestras	48
Forense realizando un análisis microscópico	50
Cana (izquierda), cabello albino (derecha).....	51
Ciclo del crecimiento del elemento piloso humano.....	51
Fase Anágena del elemento piloso	52

Ciclo de vida del elemento piloso fase catágena	53
Ciclo de vida del elemento piloso fase telógena	54
Análisis microscópico de muestras de elementos pilosos.....	55
Extremo distal romo	56
Extremo distal irregular	56
Extremo distal deshilachado	56
Extremo distal aguzado	56
Sección transversal elipsoidal	57
Sección transversal acintada.....	57
Morfología del elemento piloso	57
Bordes de cutícula cerrada en la izquierda y abiertas en el derecho	58
Disposición de escamas en el ser humano.....	59
Disposición de escamas en corona. Elemento piloso tomado de un murciélago.....	60
Disposición de escamas en pétalos. Elemento piloso tomado de un visón.....	60
Estructura capilar	60
Forense colocando una muestra de elemento piloso	62
Fusis corticales distribuidos concéntricamente en el elemento piloso	63
Presencia de cuerpos ovoides en el elemento piloso	63
Cuerpos ovoides ausentes	64

Cuerpos ovoides escasos o pocos.....	64
Cuerpos ovoides abundantes	64
Cuerpos ovoides ocultos.....	64
Cabellera con canas	65
Melanina observada microscópicamente con tinción de H&E ..	65
Distribución lateral de los gránulos de pigmento o tinte.....	66
Distribución uniforme de los gránulos de pigmento o tinte.....	66
Distribución al azar de los gránulos de pigmento o tinte	67
Distribución central de los gránulos de pigmento o tinte.....	67
Distribución periférica de los gránulos de pigmento	67
Pigmentos amontonados u ovalados	68
Pigmentos en franjas	68
Agregación en estrías de los gránulos de pigmento.....	69
Estructura del elemento piloso.....	69
Patrones medulares más frecuentes, en los elementos pilosos de cualquier mamífero	70
Médula ausente.....	71
Médula continua.....	71
Médula interrumpida.....	71
Médula fragmentada.....	71
Forense realizando un análisis tricoscópico del cuero cabelludo	74
Tricorrexia nodosa	74

Cepillado de cabello femenino	76
Monilethrix	77
Tricoscopia de una muestra de elemento piloso	78
PILI ANNULATI.....	79
Tricosquisis	80
Pili Torti.....	81
Pequeños nódulos en la porción distal del tallo del elemento piloso	81
TRICHORRHEXIS INVAGINATA.....	82
Análisis Tricoscópico de un cabello	84
Herramientas de laboratorio tricológico	86
Perito Forense tomando muestras en una escena del crimen	88
Toma de muestra de la escena del crimen.....	90
Observación tricológica en el microscopio de comparación.....	92
Corpúsculo de Barr observado en célula.....	93
Forense realizando un frotis	94
Microfotografía de elementos pilosos.....	103
Identificación de tipos de elementos pilosos	107
Característica microscópica del elemento piloso	108
Forense en el laboratorio.....	109
Análisis de muestras	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	
Diferencias entre el elemento piloso humano y animal	25
Tabla 2:	
Duración de la fase anágena.....	48
Tabla 3:	
Valores de diámetro según edades	91
Tabla 4:	
Subcategorías de las conclusiones del análisis tricológico.....	104

INTRODUCCIÓN

Los seres vivos poseen particularidades únicas que los diferencian de entre otras especies o individuos de su misma especie. Así mismo, el ser humano manifiesta caracteres fenotípicos y genotípicos únicos como, por ejemplo, los rasgos faciales que, además de diferenciarnos de otras especies animales, nos distinguen de otros seres humanos; los cuales a su vez manifiestan características variables. Es por eso que la diferenciación y especificación son dos aspectos muy importantes para encasillar dichas características a un individuo. Las Ciencias Forenses es una rama de la investigación que permite esclarecer hechos que se han cometido en distintas circunstancias, es por ello que busca descubrir el hecho delictivo a través de pruebas periciales que serán de gran ayuda en los procesos judiciales. Alrededor del mundo, a menudo, el técnico forense puede encontrarse con indicios en la escena del crimen que ligan o asocian al victimario con el delito cometido o atentado contra la integridad de otro individuo, estos pueden ser, elementos que se encuentran en la escena del delito, en la víctima y/o en el victimario; aplicando así el principio de intercambio el cual manifiesta que todo paso por el lugar de los hechos deja tras de sí una huella aprovechable.

Entre estos indicios se encuentran: máculas sanguíneas, fibras textiles, elementos pilosos o capilares, entre otros. Estos indicios mediante el análisis de laboratorio permiten vincular sus características a las del victimario y su papel en el desarrollo del delito. Es por ello que el laboratorio forense realiza diversas pruebas tanto de microscopía (observación y pruebas especiales) como microscopía (características fenotípicas). Entre esas técnicas se encuentra la tricología forense la misma que resulta nueva y muy poco usada, la cual responde al estudio del elemento piloso que contribuye en muchas maneras a la resolución de numerosos casos que pueden estar llevándose a cabo mediante la comparación de elementos dubitados e indubitados que permitan dar un estudio comparativo de la investigación, por ello al examinar detalles como la forma, dirección, color, residuos genéticos entre otros aspectos secundarios del elemento piloso encontrado en la escena del crimen, se puede hacer una comparación con una muestra del sospechoso y puede atribuir o descartar su relación o implicancia

en algún acto delictivo, permitiendo así la autenticidad e integridad del indicio , como pieza clave desde la recolección en la escena del hecho hasta la presentación en juicio, permitiendo así garantizar su calidad probatoria, debido a que se encuentra enmarcado en instrumentos internacionales.

En la problemática mencionada, debemos entender que las Ciencias Forenses son una rama con un crecimiento evolutivo acelerado, pues son áreas que no se han manejado rutinariamente. Al contrario, se están utilizando y estandarizando técnicas, protocolos, y material que permita ejercer un estudio correcto de cada una de las áreas ya sea la biología forense, la química forense, la histopatología forense, entre otras.

En definitiva, resulta un mundo nuevo, en el que muy pocos han profundizado, además de contribuir con el público forense como una herramienta útil para su aplicación en el área del conocimiento mencionada; es por eso que, se ha creado un manuscrito con información de Ecuador que aporte al estudio tricológico forense con patrones propios del área geográfica, siendo un referente dentro de las investigaciones y un aporte a las ciencias investigativas forenses.

CAP. 1

GENERALIDADES DE LA TRICOLOGÍA

TRICOLOGÍA FORENSE

Es el estudio comparativo de los caracteres macroscópicos y microscópicos de las formas, estructuras y biometría de los elementos pilosos y cabellos humanos, así como de los elementos pilosos de animales, en el contexto de un hecho delictuoso.¹

Etimología

La palabra tricología proviene de la conjunción de los vocablos griegos “Trichós” (Pelo) y “Logos” (Tratado o Estudio).

Qué comprende la tricología

La tricología comprende entre muchos aspectos la naturaleza de la fibra, es decir, si esta es vegetal, animal, mineral o sintética. Por otra parte, refiere también la naturaleza de la misma, es decir, si es animal o humana, también determina el sexo y la procedencia de la fibra (cabello, vello lanugo fetal, vello, etc.), identificación de caracteres adquiridos, etc.¹

Utilidad de la tricología forense en la investigación legal

El elemento piloso es considerado un indicio importante en una gran variedad de crímenes. Las pericias sobre elementos pilosos tienen gran importancia, a pesar de que los investigadores aún no han tomado total conciencia de ello. La búsqueda también es importante. El elemento piloso puede encontrarse sobre la víctima, en las ropas de esta, debajo de las uñas, entre los dedos, en ropas de cama, peines, cepillos, ventanas, autos, etc.¹

Se recomienda guardar el elemento piloso en frascos con tapa de vidrio esmerilado, para no alterar su color característico.

Forense recolectando muestras de elementos pilosos
Fuente: Autores

Forense guardando muestras de elementos pilosos

Fuente: Autores

Manipulación de los elementos pilosos

Robles en su libro sobre el laboratorio forense, observó muy apropiadamente: “La suciedad adherida al cabello es a menudo más importante que el mismo cabello”. Por lo tanto, cuando se encuentra un elemento piloso, no se debería tomar entre los dedos, sino más bien utilizar unas pinzas de goma las cuales son de manejo técnico para su estudio. Así también, el uso de una lente de aumento o lupa ayuda en muchos casos a determinar la dirección de la punta y de la raíz del cabello². También, se recomienda que el elemento piloso colocado sea sobre un papel y fijado mediante dos tiras engomadas y sus extremos marcados con la letra “a” para la raíz y la letra “b” para la punta². En países donde hay una población mixta, esto se hace difícil, porque todo el elemento piloso no puede montarse sobre una hoja de papel, ya que el de mulatos raramente lo permitiría. El elemento piloso de tal tipo se preserva en papel blanco o en pequeñas bolsas de papel o polietileno.

Las muestras se almacenan en sobres o viales plásticos de cierre hermético como cajas petri, o contenedores de boca ancha, lavados previamente con solución de HNO_3 3,2 M durante 48 horas como mínimo. Una vez codificados, se guardan los viales o sobres con las muestras en una desecadora u otro recipiente de cierre hermético hasta la realización del procedimiento analítico.³

Examen del elemento piloso en criminalística

Se recomienda guardar el elemento piloso en frascos con tapa de vidrio esmerilado, para no alterar su color característico. Lo mejor es examinar el elemento piloso al encontrarlo. Se debe tomar el espécimen con pinzas y colocarlo sobre una lámina porta objetos, cubrirlo con un cubre objetos y examinarlo bajo el microscopio. Luego sin haber hecho una limpieza del ejemplar, agregar agua destilada y examinarlo cuidadosamente. Este procedimiento permite a menudo descubrir máculas de sangre, semen, saliva, etc. Después de haber verificado esta observación preliminar, se procede a limpiar el elemento piloso para las pruebas especiales posteriores.⁴

Limpieza y eliminación de partículas extrañas

Para lavar los elementos pilosos se emplea solución jabonosa o carbonato de potasio al 10 % indistintamente, luego se deshidrata con alcohol, se pasa por xilol y se observa con el microscopio en medio acuoso o glicerinado, puede emplearse bálsamo de Canadá.⁵

Si fuese muy oscuro, puede emplearse una de las siguientes soluciones: agua oxigenada, perhidrol caliente, ácido acético, solución hipoclorito de sodio, solución alcohólica de cloro o ácido nítrico. Se obtiene buenos resultados con agua oxigenada de 100 vol. Solución de hidróxido de sodio de acción combinada. En general la decoloración del elemento piloso se cumple en aproximadamente 15 minutos, sin alteraciones en la estructura de los ejemplares.⁶

Limpieza de los elementos pilosos
Fuente: Autores

Aspectos periciales

Las cuestiones periciales que se presentan con el elemento piloso, son las siguientes:

- Diagnóstico específico.
- Lugar del cuerpo del cual proceden.
- Si el elemento piloso es cortado, arrancado o caído.
- Edad aproximada del sujeto.
- Sexo.
- Si procede de un ser vivo o muerto.
- Determinar si están teñidos o decolorados.
- Raza.
- Si el elemento piloso corresponde a un individuo de determinada profesión.
- Traumatología del elemento piloso.
- La distancia desde la cual el tiro fatal fue disparado, en los casos de muerto por arma de fuego.
- La posible existencia de veneno en el sujeto del cual procede.
- El índice escamoso del elemento piloso en estudio.
- El grupo sanguíneo del individuo del cual proviene.
- Si es un elemento piloso sano o padece alguna enfermedad que permita su tipificación.
- Contenido de trazas de elementos inorgánicos metálicos.
- Realizar los ensayos serológicos que permitan fenotipar iso en mas para individualizar el elemento piloso en el estudio.

Muestra de un elemento piloso
Fuente: Autores

Distintas características de los elementos pilosos

- El elemento piloso de la nariz, sirven como filtro de gérmenes y suciedad, ya que los mismos están ubicados en el orificio por donde ingresa el aire.
- El elemento piloso de las axilas y pubianos mantienen la temperatura.
- El elemento piloso del cuerpo sirve para mantener la temperatura corporal.

Elementos pilosos corporales.

Fuente: http://www.areasaludbadajoz.com/we-bantigua/images/datos/elibros/dermatologia_cotidiana_2.pdf

Diferencias entre el elemento piloso humano y animal

Elemento piloso humano	Elemento piloso animal
Canal medular	
Red aérea granulosa. Células medulares indivisibles. Índice medular: 0,30. Elementos pilosos del vello: sin médula (Nótese las imágenes 19 del capítulo 9).	Contenido aéreo más o menos voluminoso. Células medulares aparentes. Índice medular: 0,50. Médula en escalones en los elementos pilosos del vello (Nótese las imágenes 16, 17 y 20 del capítulo 9).

Sustancia cortical	
Forma un grueso mango. Pigmento en granulaciones.	Constituye un cilindro hueco. Pigmentos en granulaciones irregulares.
Cutícula	
Escamas delgadas poco salientes. Pequeñas e imbricadas.	Escamas gruesas, salientes menos imbricadas que en el hombre.

Tabla 1: Diferencias entre el elemento piloso humano y animal.
Fuente: Nesstor Pilco, Manual de Tricología Forense¹

Biología del elemento piloso

Los elementos pilosos son fibras de queratina presentes en los mamíferos, incluyendo los seres humanos, se presenta en todas las partes corporales pero con excepciones.⁷

Morfogénesis del elemento piloso.

Fuente: Universidad Autónoma Zacatecas, <https://www.uaz.edu.mx/histo/MorfoEmbrio/Carl-son/Cap08/Cap08.htm>

Se compone de 3 partes específicas:

1. El interior de los elementos pilosos está formado por células de la médula. En el exterior se encuentra la corteza que constituye aproximadamente un 80% del elemento piloso y se encuentra formado por queratinas, que son proteínas que constituyen la sustancia base de elementos pilosos y uñas.
2. Sobre la corteza está la cutícula, que son escamas de células muertas queratinizadas que se muestran, en dirección a la punta del elemento piloso. Si la estructura de la cutícula se altera por problemas de hibridación o la variación del pH, puede llevar a que las escamas se abran y que el elemento piloso brille menos además que parezca sin vida.
3. Uno de los componentes principales del elemento piloso es la queratina, que va a determinar su forma. Así se tiene: liso o rizado en función de la estructura química de estas proteínas.⁷

Historia del elemento piloso

El verdadero enigma conlleva a tratar la historia evolutiva del elemento piloso. Su origen radica en los mamíferos y a la evolución de los mismos; a partir de los cuales las propiedades de esta cobertura pilosa se manifiesta relacionada a la migración de los seres humanos y a su evolución constante desde su desnudez hasta su proceso de vestimenta.⁸

Según Aristóteles en el siglo IV a.C., “el elemento piloso era una forma de vapores impuros exhalando a través de los poros del cuerpo que se endurecía en contacto con el aire”, por tanto, hacía referencia a que el elemento piloso eran aquellos residuos no necesarios que el

cuerpo expedía por medio de diferentes procesos o combinaciones.

Para San Alberto Magno en el siglo XI, el elemento piloso no cumplía con alguna función específica, por ende le asignó la función excretora y le atribuía ser el producto bruto del humor y flema del cerebro¹.

Sin embargo, según menciona Pilco, a inicios del siglo XVI un estudio microscópico realizado por William Derham en elementos pilosos del ratón, visualizó que aquellos “pelos” estaban estructurados por una médula, sugiriendo así que las fibras del elemento piloso son túbulos utilizados para evacuar humor y la transpiración del cuerpo¹.

Solo se pudo demostrar la verdadera función del elemento piloso a partir de estudios realizados por anatomistas en el siglo XIX, definiendo su estructura, embriogénesis y mecanismos de crecimiento del folículo piloso.

En la actualidad con los avances tecnológicos utilizando la biología molecular y la genética se ha podido generar una revolución para la comprensión del ciclo y crecimiento del elemento piloso, observándose en muchos de los casos un aumento de genes alterados provocando mutaciones espontáneas, a nivel de la morfogénesis y el ciclo del folículo piloso.¹

Morfogénesis

El desarrollo de los caracteres del folículo del elemento piloso es controlado por una red de activación en secuencia y la desactivación de las vías de señalización autocrina, paracrina y endocrina. Investigaciones han demostrado varios factores de regulación y de la naturaleza que influye en el desarrollo del folículo del elemento piloso, y como estos indicios determinan sus características, su crecimiento y su estructuración. Actualmente, se desconoce el desarrollo del folículo del elemento piloso, pero según la evidencia la primera señal emana del mesodermo embrionario y el epitelio desempeña un papel importante en la guía de esta primera señal.¹

El elemento piloso se origina por la interacción entre la dermis y la epidermis. Esto se da cuando se envía un mensaje a los fibroblastos en la epidermis, que a su vez envían una señal de retorno al queratinocito. Esta acción provoca la formación de una placa epidérmica mediante los siguientes pasos:

- 1 La placa epidérmica se impregna en la dermis para dar lugar al primer brote piloso característico.
2. El brote primario, envía información que pondrá en calma la acción de la célula fibroblasto con la finalidad de obtener la creación de la posterior papila dérmica.
3. El brote se cambia progresivamente en el folículo piloso siguiendo los mensajes enviados desde la papila de la piel.¹⁰

Fases de crecimiento del elemento piloso.

Fuente: Instituto Médico Dermatológico, <https://imdermatologico.com/blogimd/cuidados-y-consejos/fases-de-crecimiento-del-pelo/>.¹¹

Inducción del folículo piloso

Folículo piloso.

Fuente: Guillermo Mayr, <http://eljineteinsomne2.blogspot.com/2008/05/sobre-el-foliculo-piloso-y-su-limpieza.html>.¹²

Se denomina folículo piloso a un mini órgano que está constantemente cambiando y renovándose en distintas fases del ciclo, que perdurará

en la vida. Las fases de este ciclo son reguladas por distintos factores, entre ellos: factores de crecimiento, inhibidores y hormonales que desempeñan funciones esenciales.¹³

Cuando un folículo piloso empieza a formarse existen interacciones poco comunes entre la capa superficial de la piel y la subyacente, que colaboran conjuntamente. Durante el embarazo se da una serie de procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo, la formación del folículo piloso se da entre el segundo y tercer mes como placas superpuestas que más adelante se denominarán como escamas capilares.

En la actualidad, existe muy poca información sobre los sucesos que involucran el crecimiento del cabello por lo que se mantiene en investigación. Se cree que, al momento de la formación capilar, el primer estímulo se origina del tejido mesenquimatoso asentado en la dermis. Es este tejido quien rige la agudeza que se da después ayudando a que se alarguen los folículos pilosos. Por otra parte, el tejido conjuntivo participa en colaboración con el tejido mesenquimatoso ayudando a dar lugar a la papila dérmica del bulbo piloso.¹³

Un dato importante es que, si no existe un predominio de células mesenquimatosas, los folículos no se desarrollarán por lo que no habrá crecimiento capilar mientras que la formación del músculo piloerector se da de manera autónoma.¹³

Diferenciación celular del folículo piloso

Para empezar, hay que conocer una definición acerca de las células madres que son aquellas con capacidad de renovarse por periodos extendidos de tiempo y diferenciarse en múltiples linajes derivados de su tejido de origen.¹⁴

El ciclo capilar depende de la existencia de células madres pluripotenciales que se ubican en un microambiente llamado promontorio, esta estructura a su vez, yace en la vaina radicular externa, a nivel del sitio de inserción del músculo piloerector y no degenera durante el ciclo capilar.

Como lo menciona Bernard,¹⁴ las células madres del folículo piloso fueron descubiertas por Cotsarelis, quien, mediante experimentos de pulso y captura identificó células que retenían bromodeoxiuridina en el promontorio, incluso un mes después de su administración. Esta capacidad de retener al marcador se explica por un ciclo celular lento que, de manera sorprendente, es una característica esperada de las células madres en tejidos sólidos.

Existen 3 etapas del desarrollo del folículo piloso: inducción, organogénesis y citodiferenciación;

- 1. Inducción:** En esta etapa se presenta la primera señal dérmica, que produce un campo morfogenético en la epidermis para formar la placoda.
- 2. Organogénesis:** Más adelante, la placoda emite una señal para promover el agrupamiento de células mesenquimales que forman un condensado dérmico. Este grupo de células envía señales al epitelio folicular que inducen la proliferación y la movilización descendente de una columna de células epiteliales dirigidas hacia la dermis (segunda señal dérmica). A esta estructura la rodean células epiteliales foliculares para formar la papila folicular.
- 3. Citodiferenciación:** Por último, se lleva a cabo la diferenciación de la vaina radicular interna y el tallo piloso, proceso en el que intervienen múltiples proteínas. La vaina radicular interna está formada por queratinocitos diferenciados (tricocitos) que se agrupan y forman un tubo rígido, el cual da origen al tallo piloso.¹⁵

El folículo piloso es morfológicamente apreciable en la citodiferenciación cuando el precursor que se le denomina bulbo se hace presente, permitiendo así la activación o inactivación de las vías de queratinocitos. En esta etapa el tejido se forma por la acumulación de queratinocitos, en capas concéntricas denominadas estacas¹⁵.

CAP. 2

EL ELEMENTO PILOSO

QUÉ ES EL ELEMENTO PILOSO

El elemento piloso es una continuación de nuestra piel cornificada, está formada por fibras de queratina y constituida por una raíz y tallo. Se forma en un folículo que se encuentra en la dermis y constituye el rasgo característico de la piel delgada o fina. La diferencia que se encuentra entre la queratina de la capa córnea y la queratina del elemento piloso es que, en el elemento piloso las células van a quedar unidas siempre unas con otras, dando lugar así a una queratina de tipo más dura¹⁶.

Elementos pilosos corporales.
Fuente: http://www.areasaludbadajoz.com/we-bantigua/images/datos/elibros/dermatologia_cotidiana_2.pdf

El elemento piloso es una estructura filamentosa que es establecida en una cavidad de la epidermis llamada folículo piloso, esta es la estructura más dinámica y una de las más activas de nuestro organismo. Cada uno de los elementos pilosos consta de raíz que está ubicada en un folículo piloso y se proyecta en un tallo, el cual va hacia arriba por encima de la superficie de la epidermis¹⁷.

Vista microscópica de un cabello humano
Fuente: Autores

Características

1. Elasticidad

Es la habilidad que tiene el elemento piloso para poder estirarse y volver a su forma natural sin que este se rompa. Como un ejemplo claro, en la mayor parte de los procedimientos de belleza: decoloración, titulación y ondulaciones se hace la prueba de la elasticidad para no sobre procesar el elemento piloso¹⁸.

2. Resistencia

El elemento piloso es fuerte gracias a las células cuticulares que están unidas entre sí, con una sustancia química compleja actuando como cemento y que las mantiene unidas al córtex. El elemento piloso es resistente a:

- **La rotura:** Un elemento piloso que se encuentre completamente sano puede soportar un peso de 500-1000 gramos, puede verse alterada por agentes químicos.
- **El calor:** El elemento piloso puede resistir temperaturas de 140°C cuando se encuentra seco; mientras que mojado resiste hasta 200°C.
- **La putrefacción:** La estructura de la queratina y el contenido en azufre hacen al elemento piloso muy resistente.
- **Los cambios de pH:** Se da cuando la fibra capilar se somete a soluciones ácidas o alcalinas extremas, esta se debilita¹⁸.

3. Propiedades eléctricas

El elemento piloso seco no es un buen conductor de la electricidad, presenta alta resistencia eléctrica. Al momento de aplicar un peinado o cepillado los elementos pilosos acumulan electricidad estática y se

Cabello femenino.
Fuente: Autores

repelen entre sí. Otra forma que el elemento piloso acumule electricidad es cuando este haya pasado minutos o incluso horas bajo el sol¹⁸.

4. Porosidad

Es la capacidad que el elemento piloso tiene de absorber los líquidos. La absorción de agua va a producir un hinchamiento de la fibra incrementando un 15 a 20% el diámetro y solo un 0,5 a 1% su longitud. El elemento piloso cuando esta mojado es un poco más largo que cuando se encuentra seco y también es más esponjoso. La absorción del agua y el hinchamiento de la fibra dependen el pH del medio. El pH alcalino va a favorecer de cierta manera el hinchamiento de la fibra capilar¹⁸.

5. Color

Las melaninas son las responsables de los diferentes pigmentos del color del elemento piloso y son producidas por los melanocitos de la matriz. La melanina se acumula dentro de estas células en orgánulos esféricos, que están delimitados por una membrana lipídica denominados melanosomas.

La actividad de los melanocitos se adapta al ciclo piloso que se produce durante la fase anágena. Los pigmentos que intervienen en el color del elemento piloso se clasifican en:

- **Eumelaninas:** Estas aportan el color negro a café claro dependiendo de su cantidad.
- **Feomelaninas:** Aportan los colores rojizos a rubios dependiendo de su cantidad.
- **Canicie:** Es la pérdida de color de los cabellos, forma parte de los procesos fisiológicos de envejecimiento¹⁸.

Diversidad individual

Los apéndices pilosos se relacionan con el lugar del cuerpo en el cual se encuentran adheridos, como, por ejemplo: el vello púbico el cual posee torceduras, características que permiten identificar como tales y evitar confusión con otros tipos de cabello.

Ubicación

Por estar los apéndices pilosos ubicados en el exterior del cuerpo, se transfieren de un individuo a otro. Se encuentra relacionado con el principio de “Transferencia”, el cual establece que cuando dos cuerpos entran en contacto existe una transferencia de algunas partículas entre ellos, debido a que se crea diferencias electrostáticas¹.

Renovación periódica

Dentro del elemento piloso por lo general posee una permanencia media del folículo piloso de alrededor de 4 años, por el cual después de pasado ese tiempo se caen de manera natural, por este motivo el transporte de los elementos pilosos o cosas que a su vez estén en contacto con ellos se facilita. Algunos elementos pilosos que ya han concluido con su período de vida suelen caerse a veces con una pequeña brisa¹.

Resistencia a la putrefacción

El elemento piloso resiste a la descomposición ya que está formado por queratina, una proteína muy resistente, más que la mayoría de tejidos blandos, sin embargo, no más resistentes que los dientes y huesos¹.

Extremidad en estado de putrefacción.
Fuente: Autores

Conservación de estructuras características

A pesar de hallarse en condiciones desfavorables como desecación o humedad, el elemento piloso puede mantener su estructura permitiendo así la realización de análisis y comparaciones que orienten en la investigación de un hecho delictivo.

Como se ha mencionado, el elemento piloso puede evaluarse mediante el estudio de sus características, las cuales brindan una orientación a la investigación pericial, como preámbulo, por lo tanto, se mencionan las siguientes técnicas generales utilizadas en cuánto a pruebas de naturaleza¹.

Pruebas de naturaleza

Determinan si verdaderamente el indicio encontrado es un elemento piloso, a continuación, se establecen algunas técnicas:

1. Técnicas físicas: Se aplican de acuerdo a la cantidad existente de la muestra.

- **Fibras vegetales:** arden rápidamente al exponerse a fuego, sin olor desagradable, quemándose limpiamente, en el extremo del afectado por el fuego.
- **Fibras animales:** se queman con dificultad, emiten un olor similar al cuero y los extremos toman la forma de una bola o masa.
- **Fibras artificiales:** arden con mediana velocidad, formado en el extremo afectado a una masa compacta uniforme entre todas las hebras.

Se recomienda examinar el elemento piloso al momento de encontrarlo, con el respectivo cuidado para evitar alterarlo.

Forense protegiendo muestras de elementos pilosos.
Fuente: Autores

2. Técnicas químicas: Utilizando una solución saturada de ácido sulfúrico en la que se disuelven los filamentos, a los que luego de ser disueltos se les adiciona dos gotas de solución alcohólica de alfa-naftol, donde:

- **Fibras vegetales:** adquieren una coloración violeta oscuro.
- **Fibras animales:** no adquiere esa coloración¹.

Fibra Vegetal

Fibra Animal

Fibra Artificial

Tipos de fibras.
Fuente: Autores

3. Técnicas microscópicas: Conceden un resultado diagnóstico, pues las fibras vegetales carecen de las estructuras descritas para los elementos pilosos (cutícula, corteza, médula).

Microscopio Eléctrico.
Fuente: Autores

CAP. 3

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DEL ELEMENTO PILOSO

C A R A C T E R Í S T I C A S MACROSCÓPICAS DEL ELEMENTO PILOSO

Se refiere a todas las apreciaciones que se pueden realizar de manera visual directa, es decir, considerar las características y aspectos fenotípicos apreciables a simple vista.

Forma del elemento piloso

El elemento piloso es una continuación de la piel cornificada; en su estructura posee una fibra de queratina y está constituido por una raíz y un tallo. Se forma en un folículo de la dermis y constituye el rasgo característico de la piel delgada o fina. El cabello curvo se define como aquel que tiene una ligera curvatura, pero no presenta ondulaciones o rizo sobre sí mismo para formar un círculo cuando se coloca sobre una superficie plana. Por otra parte, el cabello ondulado tiene una curvatura que cambia de dirección para producir una forma de onda sinuosa para formar figuras onduladas cuando se coloca sobre una superficie plana. El pelo rizado se define como el que se enrosca sobre sí misma para formar círculos o formas como el círculo, cuando se coloca sobre una superficie plana. A efectos de describir la forma del elemento piloso, se sugiere los términos como: lacio o recto, curvo, ondulado, y rizo¹.

Existe un índice de anchura-longitud que va de 0.30 a 1.0 en negroides y mongoloides respectivamente. Cuanto más aplanado es el elemento piloso en su sección transversal, es menor el índice y es más rizado.

Elementos pilosos masculinos.
Fuente: Autores

El elemento piloso ondulado presenta ondas de mayor o menor amplitud, es ovalado o elíptico a la sección transversal, es fino o grueso, así como de longitud larga como el lacio. El elemento piloso rizado presenta ondas muy cortas y formas de U. Se ven algo torcidas sobre el eje lo que produce el rizo sin llegar a la espiral. La sección es una elipse muy alargada con un diámetro mucho más corto que el otro. Son de aspecto de forma de alambre. El elemento piloso lanoso presenta espirales cortas, enrolladas y apretadas, juntas y entrelazadas lo que da al pelo un aspecto felpudo. La sección transversal es de ovalada a aplastada. Son cortos y ligeros y tiene aspecto de forma de alambre¹.

Tipos de elemento piloso

1. Lanugo

El lanugo es fino, suave y poco pigmentado, y carece de médula central. Existen dos capas de lanugo, una que cubre al feto y se cae antes del nacimiento, y otra que desarrolla después del nacimiento y se cae durante el tercer o cuarto mes de vida. En adultos, se puede observar en distintas formas de hipertrichosis o generalmente llamado, el síndrome del hombre lobo¹⁹.

Lanugo de un recién nacido. (Tomada de: Fernando Sumalavia, <https://huggies.com.co/preguntas-y-soluciones/pediatra-fernando-sumalavia/articulos/que-es-el-lanugo-vello-fino-que-recubre-al-recien-nacido/>)²⁰.

2. Vello

El vello es un elemento piloso fino, poco pigmentado y medulado, logra habitualmente una longitud menor a un centímetro y recubre la mayoría del cuerpo humano. Crece en los niños pequeños después de la caída del lanugo y continúa creciendo durante toda la vida, generalmente, el vello constituye entre el 6 y el 25 % del cabello del cuero cabelludo¹.

Vello.

Fuente: Autores.

3. Intermedio

El elemento piloso intermedio tiene aproximadamente un centímetro de longitud y se forma en el cuero cabelludo de los niños entre los 3 y los 7 meses de edad, en algunas ocasiones puede durar hasta 2 años, se caracteriza por una cutícula relativamente brusca, la pigmentación escasa y una médula fragmentada o ausente¹.

4. Terminal

El elemento piloso terminal generalmente crece mucho más de un centímetro, es largo, denso y más grueso que los otros tipos de elemento piloso, se caracteriza por crecer en el cuero cabelludo, las cejas, pestañas,

Elementos pilosos terminales, tomado de un adolescente masculino.

Fuente: Autores.

fosas nasales, del conducto auditivo y el elemento piloso sexual, que inicialmente es de tipo veloso y por acción androgénica es inducido a pelo¹⁹.

El vello púbico y el vello axilar se desarrollan tanto en hombres como mujeres. Las dos áreas son particularmente sensibles a ciertas hormonas. A medida que el vello crece se considera una característica sexual secundaria, sin embargo, los hombres desarrollan vello terminal en más áreas¹⁹.

Longitud

La determinación de la longitud se debe realizar de manera inmediata al hallazgo de la muestra o indicio para evitar fraccionamientos en el espécimen. Además, es necesario considerar la posibilidad de que el individuo al que pertenece la muestra se haya realizado un corte de cabello lo que variaría la comparación longitudinal del elemento piloso. Para su evaluación longitudinal se debe colocar el elemento piloso sobre una superficie de papel blanco y fijar las puntas con adhesivo, para la medida se utiliza una regla, testigo o cinta métrica³.

La determinación macroscópica puede apoyarse en el análisis microscópico el cual se efectúa normalmente bajo observación al microscopio utilizando ocular de 10x y objetivo de 40x donde se puede apreciar si el elemento piloso en estudio se recogió en un corto período de tiempo o si ha pasado un largo período de tiempo desde la toma de muestra. Así también, se posibilita el correlacionar el espécimen a si el individuo al que le pertenece se ha realizado un corte de cabello o tinturación³.

Color macroscópico

Los elementos pilosos en cierto modo son uno de los más importantes recursos forenses, con frecuencia proporcionan valiosas pistas sobre la identidad de un agresor o agresores. Los resultados obtenidos del

análisis de elementos pilosos pueden ser trascendentales para la vida de una persona o la conducción de una investigación, el color estimado cuando la luz incide sobre el elemento piloso y esté reflejado es también conocido como color reflejado, el color del elemento piloso depende de la presencia de los pigmentos, transparencia de su superficie y la reflectividad del mismo, los gránulos de pigmento son estructuras pequeñas, oscuras y sólidas que son granulares en apariencia y considerablemente más pequeño que el fusi cortical²¹.

Los elementos pilosos de cierto modo es uno de los más importantes recursos forenses, con frecuencia proporcionan valiosas pistas sobre la identidad de un agresor o agresores.

Recolección de muestras.
Fuente: Autores.

CAP. 4

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DEL ELEMENTO PILOSO

C A R A C T E R Í S T I C A S MICROSCÓPICAS DEL ELEMENTO PILOSO

Se refiere a todos los aspectos que pueden ser apreciables gracias a la utilización de un microscopio que sea de enfoque único o de comparación. Entre las características microscópicas se encuentran las siguientes:

Color transmitido

El color del elemento piloso podemos observarlo cuando la luz traspasa sobre el mismo, tenemos el elemento piloso natural que no se ha sometido a ningún color artificial y lleva de manera hereditaria el color; y el elemento piloso con algún tratamiento artificial de coloración, que presenta uniformidad en su tonalidad; además, generalmente no está teñido en la parte próxima a la raíz, y a menudo le falta el brillo y presenta aspecto quebradizo, este tipo de cabello se puede identificar mediante examen microscópico. En la medida en la que el elemento piloso de la cabeza va creciendo, a razón de un centímetro por mes, el tiempo aproximado de este tratamiento se puede determinar por la medida de la longitud de la zona sin tratamiento del elemento piloso¹.

Forense realizando un analisis microscópico.
Fuente: Autores

Cana (izquierda), cabello albino (derecha).
Fuente: Autores.

Ciclo de crecimiento

En el ser humano el elemento piloso crece de diferente manera la cual depende de factores como edad, peso, metabolismo hormonal, hábitos alimenticios. El elemento piloso pasa por distintas fases de crecimiento pasando por cinco fases distintas: (anágena, catágena, telógena, exógena y kenógena). Aunque cada elemento piloso tenga sus propias características dependiendo de su ubicación, las fases son iguales para todos. Básicamente, el ciclo capilar se compone de cinco etapas de las cuales solamente tres son importantes: la de crecimiento o anágena, la de transición o catágena y la de reposo o telógena¹.

EL CICLO DE VIDA DEL CABELLO

El crecimiento del cabello está regulado por el ciclo capilar, que consta de tres fases:

Ciclo del crecimiento del elemento piloso humano.

Fuente: Nesstor Pilco Ferreto, Manual de Tricología Forense¹

Fase anágena

Es la fase de crecimiento del folículo piloso en formación activa en la que tiene lugar la formación del elemento piloso, en esta fase el elemento piloso está pegado a la papila, nace y crece. La forma del folículo en esta fase, es más ancha en la base que en el tallo, dura entre 4 y 6 años, aunque normalmente se toma como valor medio tres años, durante ese tiempo, el elemento piloso crece a un ritmo de un centímetro al mes, esta fase determina la longitud.

Anágena

Fase Anágena del elemento piloso.

Fuente: Kerastive, <https://www.kerastive.com/queratina.php>²²

Cuando las células de la raíz están activas se forma el nuevo elemento piloso, si la papila se mantiene en buenas condiciones, este proceso permanecerá activo, es por ello que el elemento piloso crece sin cesar debido a que las células de la matriz del folículo se dividen por mitosis constantemente.²³

Aproximadamente, el 80% del cabello en el cuero cabelludo está en fase anágena. Estos folículos son metabólicamente muy activos y, como resultado, muy sensibles a los cambios nutricionales y a los daños químicos: por ejemplo, durante la quimioterapia para el tratamiento del cáncer, muchos pacientes pierden la mayor parte del cabello.²⁴

TIPO DE ELEMENTO PILOSO	DURACIÓN DE LA FASE ANÁGENA
Cabello	3-5 años
Vello corporal	13-15 semanas
Barba	1 año
Bigote	4-14 semanas
Cejas	1mes

Tabla 2: Duración de la fase anágena.

Fuente: MSD, <http://consumidores.msd.com.mx/enfermedades/calvicie/el-ciclo-del-pelo.xhtml>²⁴

Así, a medida que el elemento piloso se cae, es reemplazado por uno nuevo a partir del mismo folículo piloso. A lo largo de la vida de la persona no se forman nuevos folículos pilosos. A medida que envejecemos, la tasa de crecimiento de elemento piloso disminuye, produciéndose un adelgazamiento progresivo del elemento piloso.²⁵

Fase catágena

Es una fase de transición, representa el 1% de los elementos pilosos, se extiende por unas 3 semanas, durante las cuales el crecimiento se detiene, y migra hacia la superficie del cuero cabelludo y se separa de la papila dérmica ²⁶, representa el 1% de los elementos pilosos, en esta fase el folículo cambia de forma, toma un aspecto cilíndrico y al no ser expulsado continúa su actividad celular.

Catágena

Ciclo de vida del elemento piloso fase catágena.

Fuente: Kerastive, <https://www.kerastive.com/querratina.php>²²

Fase telógena

Es la fase del descanso y de caída del elemento piloso, dura unos 2-4 meses aproximadamente ¹. Alrededor del 10-15% del elemento piloso se encuentra en esta fase. Mientras el elemento piloso antiguo está en reposo, comienza a crecer uno nuevo ¹¹, es decir, que el bulbo se queratiniza generando que el elemento piloso viejo caiga y comience el nacimiento de uno nuevo en el mismo folículo piloso (fase anágena).¹

Telógena

Ciclo de vida del elemento piloso fase telógena.

Fuente: Kerastive, <https://www.kerastive.com/queratina.php>²²

Extremo distal

El extremo distal o punta, es de forma cambiante y se encuentra descubierto a las agresiones del entorno, que en ocasiones la persona se realiza un cambio de look o cuidados dependiendo a la necesidad o a la voluntad de la persona. Se puede observar como una parte coniforme del tallo que se va adelgazando gradualmente hasta terminar en punta. El pelo recién cortado muestra el extremo seccionado, con bordes limpios, netos, formando ángulos agudos; pasados 3 días, la punta comienza a redondearse. El que cae espontáneamente muestra un bulbo lleno, bien formado porque ha completado su ciclo. Cuando el cabello es cortado presenta algunas particularidades en relación con el instrumento empleado.¹

El examen de las puntas del eje distal del elemento piloso nos ayuda sobre todo a la evidencia de la realización o ausencia de un corte del espécimen que recientemente se haya dado, lo que obviamente interferiría en la comparación de la longitud del cabello.¹

El elemento piloso que cae naturalmente muestra un bulbo repleto y bien formado, ya que ha completado su ciclo. En los que tienen bulbo hueco o cóncavo no se ha completado el ciclo completo de desarrollo, esto nos indica que han sido arrancados. Cuando el elemento piloso ha sido arrancado de forma brusca o violenta, aparecen en la raíz partículas o células de la piel adheridas, en este caso, el elemento piloso se puede someter a un examen de ADN, ya que la muestra se extrae de las células de la piel que están adheridas al bulbo del elemento piloso.

Los elementos pilosos procedentes de otras zonas del cuerpo que no sean identificados como de la cabeza o zona púbica, por lo general, no son aptos para la realización del examen de comparación significativa, se consideran muestras secundarias cuya presencia puede ayudar a corroborar la información obtenida durante una investigación¹⁸.

4

Es importante obtener un elemento piloso completo: bulbo, tallo y punta. Mediante técnicas de laboratorio se puede rescatar ADN de células adheridas al bulbo por lo que su obtención es primordial.

Análisis microscópico de muestras de elementos pilosos.
Fuente: Autores

Extremo distal romo.

Fuente: Autores

Extremo distal irregular.

Fuente: Autores

Extremo distal deshilachado.

Fuente: Nesstor Pilco Ferreto, Manual
de Tricología Forense

Extremo distal aguzado.

Fuente: Autores

Sección transversal (tallo)

La forma de la sección transversal sobre todo se relaciona con la curvatura que se da de forma natural del elemento piloso. Los elementos pilosos naturalmente lisos tienen una forma característica transversal que por lo general es casi circular. El elemento piloso naturalmente rizado frecuentemente tiene una forma en sección transversal ovalada o aplanadas. La sección transversal está sobre todo en función del grado de curvatura del elemento piloso que podemos encontrar durante una investigación.

Sección transversal elipsoidal.
Fuente: Nesstor Pilco Ferreto, Manual de Tricología Forense

Sección transversal acintada.
Fuente: Nesstor Pilco Ferreto, Manual de Tricología Forense

Cutícula

La cutícula es la capa más externa del elemento piloso, por lo tanto, es dura y transparente para proporcionar protección a las estructuras internas. Se caracteriza por presentar una serie de escamas que son células muertas que se han queratinizado y están dispuestas una encima de otras en forma similar a las escamas de un pescado o las tejas del tejado que se disponen en dirección hacia la punta del elemento piloso, formando aproximadamente de 5 a 7 capas alrededor del córtex y de la médula respectivamente. Entre las funciones más importantes está la de conferir de resistencia, protección y estabilidad al elemento piloso.¹

Morfología del elemento piloso.

Fuente: Beauty across the art, <http://beautyacrosstheart.com/haz-test-porosidad-cabello/>²⁷

Importancia y forma de estudio de la cutícula

Entre la importancia de la cutícula es que es la responsable de brindar resistencia, controla la permeabilidad del agua a la fibra capilar manteniendo la hidratación de la misma y protección a las estructuras internas como el córtex y la médula. La cutícula es, además, responsable de gran parte de la resistencia mecánica del elemento piloso y controla la cantidad de agua de la fibra capilar, es decir, su hidratación, a lo que se puede atribuir el brillo del elemento piloso sano¹.

La cutícula de un elemento piloso puede ser observada al microscopio al agregarse unas gotas de agua, además de mediante la tinción con azul de metileno. Al visualizarse en el microscopio se puede observar un índice escamoso el cual es muy similar en los cabellos de la misma persona. No existe gran diferencia de este índice para distintos individuos; sin embargo, es útil al momento de descartar un elemento piloso de otro origen al que se esté analizando¹.

Borde

El borde de la cutícula presenta una cara interna que se dirige hacia la médula del elemento piloso y la cara externa que se dirige hacia la parte externa. Los bordes de la cutícula que poseen las escamas actúan a manera de una puerta que se abre y se cierra, cuando las escamas se abren como una puerta permite la entrada de sustancias como el agua y cuando las escamas se cierran, como las puertas, bloquean el ingreso de sustancias que se encuentran en el ambiente, protegiendo así las estructuras internas.

Bordes de cutícula cerrada en la izquierda y abiertas en el derecho.

Fuente: Universidad Autónoma de Nuevo León, <https://es.slideshare.net/iradseth/mfpeloscabellos>²⁸

Espesor

El espesor de la cutícula puede variar de acuerdo a las capas de escamas que presenta, y el elemento piloso tendrá un espesor de acuerdo al número de capas de cutícula que presente.

El espesor de la cutícula depende del número de las escamas que se dispongan en capas formando aproximadamente 5 μm . Un elemento piloso normal posee entre 6 y 10 capas de cutículas, aunque otros elementos pilosos pueden presentar hasta 2 capas de cutículas siendo las menos resistentes. El número de capas de cutículas intervienen en la resistencia a la tracción del elemento piloso, cuanto mayor sea el número de capas mayor será la resistencia a la tracción, y cuanto menor capas se encuentre, la resistencia a la tracción disminuirá respectivamente.²⁹

La variación del espesor puede ser delgada, mediana y gruesa por el número de capas que presente el elemento piloso.²⁹

Disposición de escamas

Conocido como el patrón de distribución de las células superficiales de la cutícula. Son vistos de manera longitudinal, esta disposición nos ayuda a diferenciar especies entre mamíferos. En humanos recibe el nombre de Imbricadas las mismas que no son únicas ya que primates pueden tener la misma disposición de escamas.³⁰

Disposición de escamas en el ser humano.

Fuente: Deedrich y Koch, <https://bit.ly/2Zwk5Va>³¹

Puede hallarse en otras especies, disposiciones de escamas como en corona, pétalo y otras.

Disposición de escamas en corona.
Elemento piloso tomado de un murciélago.

Fuente: Deedrich y Koch, <https://bit.ly/2LVdqMk>

Disposición de escamas en pétalos.
Elemento piloso tomado de un visón.

Fuente: Deedrich y Koch, <https://bit.ly/2LTd6NV>.

Estructura capilar.

Fuente: UpHairs, <https://blog.uphairs.com/alteraciones-estructurales-del-cabello/>³²

CAP. 5

ESTRUCTURA CAPILAR

CORTEZA

La corteza es la parte principal del elemento piloso que se compone de fibras queratinizadas lo cual determina el largo del elemento piloso y que contiene una serie de inserciones. Esta sostenida por la capa protectora de la cutícula y constituida por células corticales en forma de aguja, alineadas regularmente paralelas a la longitud del elemento piloso.³

En la corteza se distinguen dos estructuras principales:

- Una semicristalina, formado por cadenas polipépticas, en las direcciones del tallo piloso, estas cadenas se denominan microfibrillas.
- Rodeando estas fibrillas se encuentra una estructura con alto contenido de azufre y prolina llamada matriz.

Forense colocando una muestra de elemento piloso.
Fuente: Autores

La corteza compone cerca de 90% del peso total de la fibra del elemento piloso. La fibra está formada por cadenas torcidas largas de proteína que da al elemento piloso su elasticidad. Al estirarse el pelo se estará enderezando las proteínas en espiral de la corteza que enrollan para arriba otra vez al liberar el elemento piloso. Los pigmentos que dan al elemento piloso su color natural se remeten entre estos filamentos de proteína y protegidos contra agentes externos por la capa traslúcida de células de la cutícula.³

Importancia

Radica en que se halla implantada con gránulos de pigmento, los que originan el color del elemento piloso. El tono y distribución de estos es punto más importante de comparación y diferenciación.

Textura

Las variaciones de la textura de la corteza pueden ser:

- **Ausente:** sin pigmentos.

- **Ligera:** elemento pilosos no pigmentados.
- **Opaco:** elemento pilosos oscuros.
- **Medianos:** elemento pilosos entre ligeros y opacos.

Fusis corticales

Los fusis corticales son desprendimientos de las células superficiales que rodean la médula y que a su vez pueden contener aire. Pueden encontrarse distribuidos de manera concéntrica, al azar o en el extremo proximal.¹

Fusis corticales distribuidos concéntricamente en el elemento piloso.

Fuente: Nesstor Pilco Ferreto, Manual de Tricología Forense¹

Cuerpos ovoides

Los cuerpos ovoides son grandes estructuras sólidas que son esféricas u ovales, con márgenes muy regulares. Los cuerpos ovoides pueden variar en diámetro de 3 a 20 micras. Las variables aleatorias para los cuerpos ovoides se refieren a la abundancia de cuerpos ovoides presentes en el elemento piloso. Las variables aleatorias para cuerpos ovoides incluyen:

Las variables aleatorias para los cuerpos ovoides se refieren a la abundancia de cuerpos ovoides presentes en el elemento piloso eje.

Presencia de cuerpos ovoides en el elemento piloso

Fuente: Autores

- **Ausente:** El término se refiere a la ausencia de cuerpos ovoides.
- **Pocos:** Se refieren a la presencia de un pequeño número de cuerpos ovoides en el eje.
- **Muchos:** Se refieren a la presencia de numerosos cuerpos ovoides en el eje.
- **La variable oculta:** Se refiere a la incapacidad de observar la presencia de los cuerpos ovoides debido a la obstrucción por la pigmentación pesada (por ejemplo, elemento piloso opaco).²¹

Cuerpos ovoides ausentes.
Fuente: Autores

Cuerpos ovoides escasos o pocos.
Fuente: Autores

Cuerpos ovoides abundantes.
Fuente: Nesstor Pilco Ferreto, Manual de
Tricología Forense

Cuerpos ovoides ocultos.
Fuente: Autores

Pigmentos

Pigmento proviene del término “pigmentum”, lo cual se puede entender como una sustancia que da color, en su estructura consta de 2 partes, cada una tiene su significado respectivo, así se tiene “pinguere” que es un sinónimo de pintar y “mento” que significa resultado.³³

Cabellera con canas

Fuente: <https://directoriomedico.xyz/3-posibles-causas-las-cabello-se-puede-poner-canoso/>

En Biología pigmento se conoce como aquella sustancia química que da color o tonalidad a las células existentes en el cuerpo humano. Estos pigmentos se agrupan y dan el color al elemento piloso, a los ojos, la piel y entre otras partes del cuerpo³³. Existen pigmentos biológicos que tienen mayor trascendencia como es la clorofila que es la sustancia química que da color a las plantas y la melanina.

Melanina observada microscópicamente con tinción de H&E.

Fuente: Siqueira Santos, https://www.actaodontologica.com/ediciones/2003/2/melanoma_maligno_cavidad_bucal.asp³⁴

Densidad

Se entiende por densidad la gran cantidad de gránulos de pigmentos que son los melosomas, que pueden ser identificados mediante un microscopio. El color del elemento piloso está estrechamente vinculado con la densidad de estos gránulos de pigmento, de hecho, puede ser una particularidad reiterada del elemento piloso en forense.¹

Tamaño de pigmentos

El tamaño alude al conjunto de las dimensiones de los gránulos de pigmentos de la melanina. Las variables del tamaño son: finos, medianos y gruesos. La ausencia de los gránulos de pigmento se conoce como ausente y cuando existe la carencia de condiciones o cualidades para resolver los gránulos de pigmento se conoce como no visibles. La incapacidad de resolver la individualidad de los pigmentos suele deberse al tamaño fino de los gránulos.¹

Distribución de los pigmentos

Se refiere a la concentración y al reparto de los gránulos de pigmentos en algunas áreas de la envoltura del elemento piloso.

- **Lateralizado:** Los pigmentos se muestran acumulados hacia uno de los lados de la corteza del elemento piloso. Microscópicamente se muestra como una tira oscura a disposición del elemento piloso.

Distribución lateral de los gránulos de pigmento o tinte.

Fuente: Nesstor Pilco Ferreto, Manual de Tricología Forense¹

- **Uniforme:** Los gránulos de tinte se encuentran esparcidos en forma semejante dentro del elemento piloso.³⁵

Distribución uniforme de los gránulos de pigmento o tinte.

Fuente: Autores

- **Al azar:** Se muestra elevadamente condensado de tinte solo en ciertas zonas del elemento piloso, mientras que es baja en otras.¹

Distribución al azar de los gránulos de pigmento o tinte.

Fuente: Autores

- **Concéntrica:** Se pueden ver gránulos de tinte en la región media cerca de la médula.

Distribución central de los gránulos de pigmento o tinte.

Fuente: Maricelle Méndez, <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/437/1/19746.pdf>.³⁵

- **Periférica:** La repartición del tinte está en dirección a la cutícula y los gránulos de pigmentos son carentes o no se muestran en la zona cerca de la médula.¹

Distribución periférica de los gránulos de pigmento.

Fuente: Nesstor Pilco Ferreto, Manual de Tricología Forense.¹

Agregación y tamaño de agregación

Se basa específicamente en la forma en cómo se agrupan los pigmentos repartidos en el elemento piloso. Las transformaciones que se pueden encontrar son:

- **Amontonamientos ovalados:** La agregación del pigmento da a notar algo similar a puntos grandes o pequeños.

Pigmentos amontonados u ovalados.

Fuente: Nesstor Pilco Ferreto, Manual de Tricología Forense.¹

- **Franjas:** La agregación de estos pigmentos tiene una forma alargada.

Pigmentos en franjas.

Fuente: Nesstor Pilco Ferreto, Manual de Tricología Forense.¹

- **Rayas:** Las agrupaciones de pigmentos son características por presentar algo similar a estrías.

Agregación en estrías de los gránulos de pigmento.

Fuente: Maricelle Méndez, <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/437/1/19746.pdf>.³⁵

MÉDULA

Representa el 21% de la superficie del elemento piloso. Ubicada en la parte central de las fibras capilares, consiste en el conjunto de 2-4 células poligonales en tejidos sueltos, contiene granos de grasa y espacios de aire, representando la mínima parte del peso del elemento piloso y su crecimiento en forma indefinida.³⁵

Estructura del elemento piloso. (Fuente: EcuRed, https://www.ecured.cu/Fol%C3%ADculo_piloso).³⁶

Se presenta como un canal central, encontrado en el elemento piloso que puede o no presentarse, cuando se encuentra presente varía

el grado de medulación siendo que en el ser humano se presenta discontinuamente, además puede o no tener pigmentación, las células redondas que se pueden encontrar en la médula, tienen poca queratina y se encuentran separadas entre sí.³⁷

La médula es muy importante ya que permite conocer varias características importantes como el índice medular, el cual se describe como aquella relación entre el diámetro de la médula con respecto al diámetro del elemento piloso, el cual en el ser humano es del 0,33. Estas características ayudan en gran medida para poder diferenciar un elemento piloso de origen animal, con uno de origen humano, siendo que en este no puede estar presente la médula en especial en elementos pilosos finos. La presencia de aire en las cavidades de la médula tiene una relación importante con respecto a la opacidad que presenta la misma, pero en el caso de que aún exista tejido se presenta traslúcida.³⁷

Forma medular

La medulación capilar puede tomar distintas formas de acuerdo a diversos factores. La médula puede hallarse desde la raíz (extremo proximal) hasta la punta (extremo distal). Esta puede ser:

- **Ausente:** la corteza va extendida hasta el centro del elemento piloso, ocupando de esta manera el espacio de la médula.
- **Continua:** es presentada sin interrupciones o tipo de fragmentaciones a lo largo del elemento piloso.
- **Interrumpida:** presenta bifurcaciones o rupturas a lo largo de su trayecto. Por lo general son mínimas y con espacios reducidos. El trayecto que se presenta entre la separación de un fragmento y otro es pequeña, tanto así que se puede observar más de tres fragmentos en el campo visual microscópico a bajo aumento (10x).

Patrones medulares más frecuentes, en los elementos pilosos de cualquier mamífero.

Fuente: Autores

- **Fragmentada:** manifiesta varios cortes y el espacio entre estos son grandes o considerables. Muestra separaciones de pigmentación en los segmentos que la conforman. El trayecto entre ellos es lo adecuadamente grande como para observar solo de uno a tres fragmentos del mismo en el campo visual microscópico, a bajo aumento (10x).

Médula ausente.
Fuente: Autores

Médula fragmentada.
Fuente: Autores

Médula interrumpida.
Fuente: Autores

Médula fragmentada.
Fuente: Autores

CAP. 6

PATOLOGÍAS RELACIONADAS A LA MORFOLOGÍA CAPILAR

Forense realizando un análisis tricoscópico del cuero cabelludo.

Fuente: Autores

TRICORREXIS NODOSA

Se define como una enfermedad del tallo piloso, causada por la alteración y posterior ausencia de células cuticulares, quedando a la intemperie las células de la corteza, posteriormente ocurre un engrosamiento en donde se fractura el elemento piloso quedando en forma de pincel el extremo terminal; esta enfermedad puede surgir por traumatismos físicos en el elemento piloso como el cepillado excesivo, trenzas apretadas, traumatismos químicos por permanentes y tintes.³⁹

Tricorrexis nodosa.

Fuente: Juan Vázquez, <https://www.medigraphic.com/pdfs/derrevmex/rmd-2013/rmd135o.pdf>.³⁸

Características

Se observan nódulos en el tallo piloso el cual es el causante de la ruptura de ese elemento piloso. En el extremo distal afectado se observan bultos como motas de polvo; de darse el caso en zonas proximales puede haber alopecia parcial o total, lo contrario ocurre en partes distales no habrá alopecia, esto debido a que el cuero cabelludo es el principal afectado. Existen personas predisponentes a contraer tricurrexia en la parte distal, causa por la cual en cierta longitud del elemento piloso ya no se verá crecimiento a causa de la rotura de nódulos.³⁹

Por su parte, la tricurrexia nudosa proximal afecta fundamentalmente a la raza negra y se caracteriza por la existencia de una o más placas hipotricásicas con elementos pilosos cortos y rotos que se localizan tanto en el cuero cabelludo como en la barba, bigote, axila o pubis. Esta enfermedad tiene factores genéticos y ambientales causantes de su presencia en personas de raza negra. Habrá un engrosamiento cerca del cuero cabelludo por lo que el elemento piloso se quiebra antes de elongarse. En personas de raza blanca, el defecto se presenta frecuentemente en las terminaciones del tallo del elemento piloso, con las puntas divididas, adelgazamiento y una coloración blanquecina.³⁹

Estas afecciones están relacionadas directamente con hábitos individuales tales como secadores, el cepillado agresivo y la excesiva exposición a sustancias químicas.

Signos

- Falta de crecimiento del elemento piloso evidente.
- Elemento piloso con aspecto de parches.
- Elemento piloso que se parte fácilmente cerca del cuero cabelludo.
- Elemento piloso con engrosamientos o nódulos en su tallo.
- Elemento piloso con puntas delgadas o partidas.
- Coloración blanquecina en las puntas del elemento piloso.
- Elemento piloso que se quiebra fácilmente en las puntas.

Diagnósticos de laboratorio

Observación microscópica.

Tratamiento

Se deben dejar de lado las prácticas que ocasionan daño al cabello, para disminuir las agresiones y para que pueda crecer saludablemente. No se requiere de tratamientos farmacológicos.³⁹

Prevención

Se debe evitar el peinado y el cepillado agresivo, los químicos fuertes, las permanentes, el alisado y otros hábitos parecidos.

Cepillado de cabello femenino.
Fuente: www.freepik.com

MONILETHRIX

Es una de las enfermedades hereditarias que tienen un patrón de herencia dominante, aunque existen formas de herencia recesiva. El elemento piloso observado en el microscopio adquiere un aspecto en forma de rosario o collar de perlas, pues alternan zonas de adelgazamiento con nudosidades.

El elemento piloso es muy frágil, se rompe con facilidad tras pequeños traumatismos y se produce alopecia e hiperqueratosis folicular. Da inicio en las fases tempranas como la infancia.

Monilethrix.

Fuente: Robert A, <https://emedicine.medscape.com/article/1118500-overview>⁴⁰

Se observa alopecia, asociada con hiperqueratosis folicular y eritema perifolicular, que afecta al occipucio y a la región de la nuca, en algunas formas graves, al cuero cabelludo, cejas, pestañas y vello corporal. Los niños presentan una displasia del elemento piloso característica: constricciones distróficas separadas regularmente por nodos elípticos de espesor normal, dando al elemento piloso afectado un aspecto perlado.⁴⁰

La región internodal de menor diámetro puede romperse y en algunos casos, se ha descrito distrofia ungueal (coiloniquia). La triada sintomática esta relaciona con a otras anomalías ectodérmicas, así como alteraciones neurológicas, dentales y oftalmológicas.

Existen diversas mutaciones que producen la enfermedad, por alteración en la secuencia de los genes KRTHB1, KRTHB3 o KRTHB6 que se encuentran en el cromosoma 12 y codifican la secuencia de la queratina del elemento piloso tipo II. La edad de aparición, intensidad de los síntomas y evolución son variables. En algunos casos, la ausencia del elemento piloso es total y en algunas se relaciona con diversos trastornos, como alteraciones en el crecimiento de las uñas.⁴⁰

Tricoscopia de una muestra
de elemento piloso.
Fuente: Autores

Diagnóstico de laboratorio

El tricograma muestra el elemento piloso moniliforme característico. La tricoscopia puede detectar la displasia del elemento piloso característica. También se dispone de una prueba diagnóstica que se basa en hallazgos observados por microscopia electrónica. El diagnóstico diferencial incluye el pseudo-moniletrix, que presenta alopecia difusa o alopecia limitada al área occipital. En el tricograma, el elemento piloso en el pseudo-moniletrix no presenta constricciones distróficas sino nódulos aplanados e irregulares.⁴⁰

Tratamiento

El tratamiento es poco eficaz, la mejor medida es evitar la acción mecánica del peinado y cepillado. Se ha descrito mejoras temporales tras dosis diarias de 125 mg de griseofulvina, sulfato de zinc, depilación por rayos X, y aplicación tópica de ácido retinoico. También se han descrito mejorías con la aplicación de minoxidil y tretinoína y con la administración de 0,5-1 mg/kg/día de etretinato.

Pronóstico

La evolución del moniletrix es favorable con una reducción de la hipotricosis con el tiempo. La hipotricosis mejora con la edad, aunque se han descrito remisiones en la pubertad o durante el embarazo.¹

PILI ANNULATI

En pili annulati, el elemento piloso afectado contiene un patrón de bandas claras y oscuras. Las personas que poseen esta enfermedad tienden a describir su cabello como rayado. Pili annulati típicamente involucra entre el 20-80% del elemento piloso del cuero cabelludo; sin embargo, también puede involucrar el elemento piloso facial y corporal. Los más afectados son propensos a romperse. Puede presentarse en la infancia, niñez o en etapas posteriores. No obstante, es más complejo de ver en personas con cabello oscuro. La enfermedad se hereda predominantemente de manera autosómica dominante; aunque también se han reportado casos esporádicos. El mapeo genético en familias con este trastorno ha reducido el locus objetivo a la región telomérica del brazo largo del cromosoma 12, pero el gen exacto responsable sigue siendo elusivo.⁴¹

PILI ANNULATI.

Fuente: Enfermedades de la piel.info, <https://enfermedadesdelapiel.info/enfermedades/pili-annulati/>.⁴¹

En la microscopía electrónica de transmisión de la raíz del elemento piloso, que nos muestra la reduplicación de la lámina de densa, se revela una mayor comprensión del defecto subyacente. En los estudios inmunohistoquímicos, se nos muestran una zona de membrana basal ondulada, un nivel alterado de aminoácidos con lisina elevada y cisteína disminuida, el análisis de aminoácidos sugiere un defecto estructural.

TRICOSQUISIS

En esta enfermedad la característica predominante es la poca cantidad

de azufre en el elemento piloso, donde sus portadores tienen como una especie de capa en la piel similar a la de los reptiles. Este caso a nivel mundial es muy reducido, donde surge un fallo en el metabolismo de los aminoácidos, concretamente en la síntesis de cisteína. Es una enfermedad de origen genético, determinada por un gen autosómico de carácter recesivo. Clínicamente se presenta como una hipotricosis de cabello, cejas y pestañas. sirve como marcador de un complejo ligado a baja estatura y problemas dentales, esqueléticos, oculares y ungueales.⁴²

Diagnóstico de laboratorio

Al microscopio óptico este tipo de elemento piloso tricotiodistrófico se observa aplanado, con pecas o bandas, de superficie irregular y con fracturas transversales; con luz polarizada presenta aspecto atigrado.⁴²

Las enfermedades capilares no son el objetivo de diagnóstico del laboratorio forense.

Sin embargo, se considera importante al momento de correlacionarlo con el perfil de su origen (dueño) para posteriores investigaciones.

Tricosquiasis.

Fuente: IQB, <https://www.iqb.es/dermatologia/atlas/tricotiodistrofia/tricotiodistofia03.htm>.⁴³

PILI TORTI

El pili torti tiende a ser una anomalía del tallo del elemento piloso que se caracteriza por un cabello liso que se arquea a intervalos irregulares. El elemento piloso es normal al nacimiento, pero en ocasiones es particular resulta pobre y áspero, con un color rubio-grisáceo que se corta fácilmente; pero de manera progresiva deja de crecer a lo largo y se vuelve frágil. El pili torti puede ser aislado o darse en asociación con otros síndromes como la enfermedad de Menkes o el síndrome de Bazex.⁴⁴

Pili Torti.

Fuente: Donovan Hair Clinic, <https://donovanmedical.com/hair-blog/pili-torti>.⁴⁵

TRICHONODOSIS

La trichonodosis se identifica por el elemento piloso anudado en la porción distal del tallo. Esto tiende a ser espontáneo o secundario a factores mecánicos como rascarse vigorosamente o peinado brusco. La trichonodosis puede estar principalmente asociada con un crecimiento inaudito del cuero cabelludo y del vello corporal. Aunque la incidencia de trichonodosis es común, se informa con menos frecuencia.⁴⁶

Pequeños nódulos en la porción distal del tallo del elemento piloso.

Fuente: Liberal Dictionary, <https://www.liberaldictionary.com/trichonodosis/>.⁴⁷

TRICHORRHEXIS INVAGINATA

Es una anomalía específica del tallo del elemento piloso que puede ocurrir esporádicamente, ya sea en el cabello uniforme o con otras anomalías del tallo, o regularmente tiende a ser un marcador para el Síndrome de Netherton (NS), una rara enfermedad autosómica recesiva caracterizada por eritrodermia, ictiosis lineales circunfleja, atopia, retraso del crecimiento y una alteración específica del tallo del elemento piloso, identificada como trichorrhexis invaginata (TI) o elemento piloso de bambú. Trichorrhexis invaginata es patognomónica del Síndrome de Netherton y se presenta microscópicamente como una invaginación de la porción distal del eje a su porción proximal, lo que le da la apariencia de una “bola en un aro”.⁴⁸

Cuando hay una fractura de elemento piloso en el sitio de la invaginación, su extremo se vuelve similar a un caparazón y este tipo de elemento piloso fracturado se denomina “elemento piloso de la camiseta de golf”. En los últimos años, la aplicación de la tricoscopía ha aumentado el diagnóstico de alopecias cicatriciales y no bicatriculares, enfermedades inflamatorias y trastornos del tallo del elemento piloso del cuero cabelludo como monilethrix, trichorrhexis nodosa, pili torti, pili annulati y trichorrhexis invaginata.⁴⁸

TRICHORRHEXIS INVAGINATA.

Fuente: ScienceDirect, <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/trichorrhexis-invaginata>.⁴⁹

CAP. 7

EL LABORATORIO EN EL DIAGNÓSTICO TRICOLÓGICO

ANÁLISIS EN EL LABORATORIO

El elemento piloso bioquímicamente está formado de fibras de proteínas como la queratina, las cuales son responsables de la estructura y pigmento. Estas características permiten reconocer diferencias significativas entre elementos pilosos correspondientes a diferentes razas, así como su procedencia corporal. Los cambios en las características microscópicas del elemento piloso hacen evidente si su caída fue de manera natural como parte de la muerte del elemento piloso o si fue extraído con violencia, lo cual es de suma importancia en la criminalística.

El análisis del elemento piloso era usado principalmente para evaluar la exposición a metales pesados y solo a principios de los años 80 se realizaron las primeras investigaciones en el campo de la toxicología forense, encontrando las primeras concentraciones de drogas de abuso en el elemento piloso.¹

El elemento piloso es una muestra de fácil conservación en diversas sustancias, por lo cual ha favorecido su estudio en el campo de la

Criminalística y de la Medicina Forense, su recolección es sumamente sencilla, incluso a diferencia de otras muestras biológicas, el elemento piloso no puede ser alterado físicamente, por lo que es imposible manipular los resultados de los análisis practicados. En el caso de las drogas, el elemento piloso provee una ventana más amplia de detección que muestras como la orina y la sangre en las cuales las drogas permanecen durante un corto período de tiempo.¹

Entre los estudios de detección de drogas en el elemento piloso humano, se realizó un estudio para detectar cocaína en muestras de cabellos de reclusos bajo régimen abierto adscritos al Centro Francisco Canestri, en Caracas Venezuela, mediante pruebas de Inmunoensayo Competitivo Rápido (ICR), Espectrofotometría de Luz Ultravioleta (ELUv) y Cromatografía en Capa Fina (CCF), sus resultados demostraron que con las metodologías de ICR y ELUv, es posible la detección de cocaína en el elemento piloso, pero con la CCF no fue posible la detección de la droga, ya que se requiere mayor concentración de la sustancia.⁵⁰

Materiales

Los materiales a utilizar dependen de la situación, por ejemplo, si se trata de la obtención de muestras de una persona, de una prenda, de un automóvil o de una propiedad o inmueble. Por lo general se va a utilizar:

- Mandil.
- Gafas de bioseguridad.
- Mascarilla desechable.
- Guantes desechables.
- Etiquetas.
- Geles fríos, hielo o también se pueden utilizar hieleras.
- Tubos cónicos de plástico.
- Cajas petri.

- Peine es esencial que este sea nuevo.
- Papel filtro estándar.
- **Pinzas con punta de goma o jebe:** Es utilizada por lo general en el caso de recolectar una pequeña cantidad de muestras tricológicas (siempre va a depender del criterio del investigador).
- Cintas adhesivas 3M.
- **Aspiradora:** Utilizada para recolectar una mayor cantidad de muestras tricológica (depende del investigador).
- **Líquido de montaje:** El medio de montaje debe tener un índice de refracción cerca de la cutícula del elemento piloso y la corteza, este debe ser de 1,52 y 1,54. Los medios de montaje pueden ser aceites minerales servicios o sintéticos, así como resinas semisólidas.
- Estereoscopio.
- Microscopio de luz transmitida.
- Microscopio de comparación.⁶

Toma de muestra

Es necesario seleccionar los tipos y cantidad de elemento piloso para el examen, cuando existe una eliminación de una gran cantidad de restos, puede ser necesario seleccionar solo a una muestra representativa. La combinación de un muestreo aleatorio y el objetivo a seguir asegura la obtención de una muestra representativa.

Herramientas de laboratorio tricológico.

Fuente: Autores

La selección de una muestra puede basarse en la búsqueda o toma de muestra de:

- Elementos pilosos de los distintos grupos raciales (afro, rubio, etc.).
- Área del cuerpo (cabello, vellos púbicos, vello axilar, etc.).
- El color (castaño, blanco, negro, rojo, albino, amarillo, etc.).

Otro método consiste en seleccionar elementos pilosos que sean similares en apariencia ya sea forma, color, etc., a un grupo objetivo, es decir, si la víctima o el sospechoso tiene un elemento piloso lacio, ensortijado, castaño, negro, etc., se buscaran elementos pilosos similares a estos.¹

Los cabellos y vellos púbicos muestran una mayor cantidad de características microscópicas que otros elementos pilosos humanos, por lo tanto, los cabellos y vellos púbicos generalmente son comparados. Una toma adecuada de elementos pilosos ya identificados (es decir que estén en la persona) se basa en el arrancamiento con pinzas con punta de goma y el peinado de diferentes zonas de la cabeza por separado para ser caracterizado grupalmente.¹

La colección de elementos pilosos identificados de un sospechoso podría tener lugar durante muchos meses, incluso años, después del crimen. Es por ello que las características de la muestra recogida en el lugar del crimen al ser comparadas con las de un presunto sospechoso tras haber pasado un período extenso de tiempo (uno o más años) pueden parecer diferentes. Esto se debe a que el lapso en que el elemento piloso permanece igual es de 1 año dependiendo de condiciones ambientales o alteraciones cosméticas mientras que el vello púbico es el que mejor conserva sus características por periodos más largos.⁵⁰

TIPOS DE MUESTRA Y SU RECOLECCIÓN

Elementos pilosos del lugar de los hechos

Si el elemento piloso como: cabello, cejas, bigotes, vello púbico y vello axilar, presentan raíz en fase de crecimiento activo o también conocida como fase anágena son susceptibles de tipificación por ADN genómico. En caso de no presentar raíz o no estar en fase anágena, se puede realizar análisis por secuenciación del ADN mitocondrial.

Procedimiento

1. Cada elemento piloso se levantará con pinzas (de goma) y se realizará por la parte media del elemento piloso o elemento piloso.
2. Colocar en una caja petri y cada elemento piloso se embalará individualmente para evitar cualquier tipo de cambios o daños de la muestra.
3. Se debe embalar, colocar la respectiva etiquetar, y enviar al laboratorio.
4. Para cada levantamiento se debe usar una pinza diferente.

Elementos pilosos de cadáver

Cabello

1. Seleccionar tres zonas de la cabeza con mejor estado de conservación y arrancar en promedio de 10 cabellos con raíz de estas tres zonas.

Perito Forense tomando muestras en una escena del crimen.

Fuente: Autores

2. Colocar por separado dentro de una caja petri la muestra de cada zona.
3. Embalar, etiquetar y enviar al laboratorio bajo cadena de custodia.
4. Para cada levantamiento se debe usar una pinza de goma diferente.

Vello púbico

1. Con la ayuda de una pinza de goma arrancar al menos 10 vellos con su raíz de la zona púbica y escroto.
2. Depositar por separado las muestras de cada zona dentro de una caja petri.
3. Embalar etiquetar y enviar.
4. Utilizar siempre una nueva pinza para cada levantamiento.¹

Peinado púbico

1. Con la ayuda de un peine nuevo se procederá a peinar la región púbica de manera lenta, uniforme y superficial y sin ejercer demasiada presión para asegurar el arrancamiento del vello púbico desde su raíz.
2. Colocamos papel de color claro preferiblemente de color blanco cerca de la región púbica.
3. Sacudimos el peine sobre el papel blanco para dejar caer los vellos púbicos obtenidos.
4. Recolectar cada elemento piloso con la ayuda de una pinza .
5. Depositar la muestra dentro de una caja Petri por separado.
6. Tomar una muestra de elemento piloso de la persona o víctima de quien se esté llevando a cabo el procedimiento para posteriormente compararlo entre ellos.
7. Embalar etiquetar y enviar al laboratorio.⁶

Muestra dubitada

Los diferentes elementos pilosos sueltos deben ser recogidos de los objetos sacándolas de manera individual. Elementos pilosos incrustados o que se adhieran a una persona u objeto debe ser cuidadosamente inspeccionados antes de la extracción y la ubicación de estos elementos debe ser estrictamente documentada. Se debe tener cuidado de no contaminar, aplastar o romper las muestras, los elementos pilosos restantes pueden ser recogidos de la ropa, de la cama u otras superficies grandes. El adhesivo a partir del material de adhesión podría interferir con el análisis o en los tratamientos posteriores que puedan realizar en los elementos pilosos.¹

Los indicios capilares se pueden recoger de soportes mediante aspirado o peinado. Al recuperar la evidencia de la cabeza de una persona o la región púbica, se puede utilizar la técnica de peinado, utilizando un peine nuevo y colocando una hoja de papel limpio preferiblemente blanco en la zona que se peina para atrapar elementos pilosos sueltos. Los indicios recolectados deben ser incluidos en el paquete de pruebas con el peine utilizado para la toma.¹

Toma de muestra de la escena del crimen.

Fuente: Autores

Muestra indubitada

Se debe obtener los elementos pilosos conocidos de determinadas regiones somáticas y estos deben ser caracterizados grupalmente de cada zona cefálica de la persona. Los elementos pilosos se obtienen enteros, con raíces; para examinarlos y compararlos con otros diferentes. Debido a que la mayoría de los elementos pilosos probablemente ya hayan llegado a la etapa final del crecimiento activo, se puede utilizar procedimientos de separación por peinado para obtener como muestra a aquellos que se encuentren en la fase telógena.¹

Elementos pilosos diferentes de una misma área corporal de una persona puede denotar variación en sus características microscópicas, por lo que es importante obtener un número suficiente de estos elementos para representar de manera adecuada el rango de valores de todas las características posibles.

Cada muestra debe consistir de los elementos pilosos de las cinco diferentes áreas del cuero cabelludo (frontal, parietal izquierdo, parietal derecho, vértice y occipital). Las muestras de elementos pilosos deben ser obtenidos de la forma de tracción y el peinado. Preferiblemente un total de 50 elementos pilosos se debe obtener del cuero cabelludo. Una muestra de cualquier otra parte debe consistir de 25 elementos pilosos obtenidos por arrancamiento y peinado de diferentes regiones. Sí se puede realizar con menos cantidad de elementos pilosos, pero existe menos probabilidad de un resultado factible. Todas las muestras pueden ser solicitadas a las personas que razonablemente sea consideradas como potencial sospechoso de una investigación pericial.¹

Técnica de montaje

Para el análisis del elemento piloso es importante la técnica del montaje en las muestras indubitadas y dubitadas, debemos reportar primero su forma natural, describiendo las características como el color observado y luego proceder a cubrir con cinta adhesiva en una lámina portaobjeto según el largo del elemento piloso.

Se recomienda no montar más de 5 elementos pilosos en cada lámina; si este tiene una longitud inferior a 5 cm, es recomendable colocarlos rectos en la lámina, y si al contrario son mayores en longitud podemos

colocar en zig - zag hasta que sea ubicado todo el elemento piloso dentro de la lámina. Debe ser colocado en la parte superior de la placa la raíz terminando con el final del elemento piloso. **No se recomienda cortar la muestra por ningún motivo.**

Luego de asegurar las muestras, se recomienda presionar la cinta sobre los elementos pilosos para evitar la presencia de burbujas que puede dificultar la observación al microscopio.

Otra técnica para la observación de las características microscópicas es la sumersión completa en aceite de inmersión para evitar los cambios en los índices de refracción que ocurre con la cinta¹. Finalmente, la muestra debe ser observada al microscopio de comparación.

Observación tricológica en el microscopio de comparación.

Fuente: Autores.

PRUEBAS ESPECIALES

DETERMINACIÓN DE SEXO

Los métodos de determinación de sexo, están basados en la tinción diferencial de los cromosomas sexuales. Los cuales se hallan en la interfase de los núcleos de las células de la vaina de la raíz del elemento piloso.

En la mujer normal los cromosomas sexuales aparecen como un par homólogo de cromosomas X. En la interfase del núcleo, uno de los cromosomas X aparece condensado y puede ser teñido para que aparezca como un cuerpo marginal en el mismo. A esto se lo conoce como cuerpo o corpúsculo de Barr, descubierto por Barr y Bertram, en 1949.

Corpúsculo de Barr observado en célula.

Fuente: Irene Arnal, <https://bit.ly/3bWM6rv>.⁵¹

El número de los cuerpos de Barr, vistos en la interfase del núcleo, es menor que el número de cromosomas X presentes en este. Por ello, en mujeres con cromosomas XXX algunos de los núcleos mostrarán dos corpúsculos de Barr, y, en el caso de los hombres con cromosomas XXY (Síndrome de Klinefelter), tendrán un solo corpúsculo de Barr.¹

El hombre normal tiene un cromosoma X y un cromosoma Y. El cromosoma Y tiene una gran afinidad para emitir fluorescencia con el clorhidrato de quinacrina, lo que no ocurre con el cromosoma X. Por lo tanto, los cromosomas Y pueden ser vistos como una mancha fluorescente brillante en la interfase del núcleo.¹

Casos raros de hombres con XYY tendrán dos manchas Y. Se conocen casos de hombres normales que tienen pequeños cromosomas Y, y que no pueden ser vistos en la interfase del núcleo.

Detección de los corpúsculos de Barr

Este método se practica haciendo un frotis con la raíz del elemento piloso sobre un portaobjetos y tiñendo posteriormente con orceína, en medio acético.

Reactivos

Solución Stock:

- 1g orceína sintética.
- 45ml ácido acético glacial.
- Calentar, enfriar y filtrar.

Solución de trabajo:

Diluir 10 ml de la solución stock con 12 ml de agua destilada.

Forense realizando un frotis.
Fuente: Autores

Técnica

- Cortar la raíz del elemento piloso y colocarla cerca de un extremo del portaobjetos.
- Usando un segundo portaobjeto, manteniéndolo a 45° del primero, extender, presionando suavemente la raíz sobre este.
- Secar a temperatura ambiente.
- Agregar una gota de la solución aceto-orceína y cubrir con un cubreobjetos.
- Calentar a 60° C sobre plancha caliente durante 1 minuto.
- Colocar sobre el cubreobjetos un papel de filtro y presionar suavemente para eliminar el exceso de solución colorante.
- Examinar las células con un aumento de 400 x.
- Contar el número de núcleos que presenta el corpúsculo de Barr.
- De ser posible, observar cómo mínimos, 50 núcleos. No incluir núcleos altamente contaminados con bacterias, degenerados, contraídos o dentados.⁵²

Resultados

- Por transparencia en campo claro, aparece el citoplasma de color rosado pálido y el núcleo rojo más oscuro con una clara y definida membrana nuclear. El cuerpo de Barr se observa como un corpúsculo pequeño, castaño oscuro, cercano a la membrana nuclear.
- Usando contraste de fase, el corpúsculo de Barr aparece de color amarillo contra un fondo mate de color marrón.

Interpretación de los resultados

Si el 30% de las células contiene corpúsculos de Barr, se considera que el elemento piloso es de origen femenino. Si, por el contrario, no se

observan corpúsculos de Barr, se reportarán las células estudiadas como de origen masculino, siendo aconsejable la determinación del cromosoma Y, como confirmación.⁵²

EDAD APROXIMADA DEL SUJETO DE QUIEN PROCEDE

Los elementos pilosos fatales presentan las características del vello, ausencia de canal medular y de pigmentos y extremada figura en la punta. Su grosor oscila de 20 a 50 micrones en el feto a término.

En los niños de un mes de vida recién se observan en los elementos pilosos la existencia de canal medular, este hecho es un signo de maduración de los recién nacidos. El desarrollo del canal medular, comienza más pronto en las pestañas que en los restantes elementos pilosos.¹

Vera⁸ asigna los siguientes valores al diámetro medio según sus edades:

DÍAS	DIÁMETRO
12 días	24 micrómetros
6 días	37 micrómetros
18 días	38 micrómetros
25 días	55 micrómetros
15 años	50 – 70 micrómetros
Adulto (mujer)	80 – 90 micrómetros
Adulto (hombre)	80 – 100 micrómetros

Tabla 3: Valores de diámetro según edades.

Fuente: Sergio Gustavo Vera, <https://www.monografias.com/trabajos10/pelo/pelo.shtml>.⁸

En los ancianos los elementos pilosos tienden a disminuir en cantidad y grosor; el diámetro medio del elemento piloso desciende de 80 a 60–65 micrones. La presencia de pigmentos muestra que los elementos pilosos pertenecen a un sujeto que comienza a encanecer, fenómeno que ocurre a edades muy diversas.⁸

TEÑIDO O DECOLORADO DEL ELEMENTO PILOSO

Los elementos pilosos teñidos tienen un color uniforme contrario a los de color natural; además, no está teñido en la parte próxima a la raíz.

Considerando un elemento piloso teñido aislado, se puede afirmar que su color es regular, y uniforme, en cambio tal fenómeno no se puede observar en un elemento piloso no teñido, natural.

En los elementos pilosos teñidos a menudo falta el brillo y presentan un aspecto quebradizo ya que el agua oxigenada es el decolorante más empleado. Entre las tintas orgánicas, la fenilendiamina es la más tóxica, es un agente causante de lesiones en la dermis. Las dificultades para identificar la naturaleza de la sustancia colorante son grandes, la luz de Wood, es auxiliar de valor para la identificación de elementos pilosos decolorados y teñidos. Es muy importante comparar el color del elemento piloso con otros de diferente parte del cuerpo y también examinar el color del cuero cabelludo, que puede verse manchado del tinte empleado bajo la luz de Wood, el cabello teñido aparece sin brillo y con aspecto de estopa, los cambios cromáticos y la fluorescencia ayudan en el aspecto pericial. Las tinturas pueden reconocerse mediante las técnicas analíticas correspondientes.⁸

Para establecer si un elemento piloso ha sido decolorado o no, se somete a la prueba de la infiltración o impregnación de ciertos colorantes. Los elementos pilosos naturales u oxidantes, se impregnan fácilmente. Los elementos pilosos que habían sido decolorados con agua oxigenada toman un color azul, mientras que los naturales, y los tratados con tinturas no oxidantes, resultan indiferentes al tratamiento.

TRATAMIENTOS QUÍMICOS

Los elementos pilosos teñidos tienen un color uniforme contrario a los de coloración natural; además, no están teñidos en la parte próxima a la raíz. Considerando un elemento piloso teñido aislado, se puede afirmar que su color es regular y uniforme; en cambio tal fenómeno no se puede observar en un elemento piloso no teñido natural. En los elementos pilosos teñidos, a menudo falta el brillo y presentan un aspecto quebradizo.¹

El número de tintes empleado es ilimitado, entre las sustancias más empleadas tenemos: decolorantes, tintas vegetales, tintas de base metálica y tintas orgánicas sintéticas. El decolorante más empleado es el agua oxigenada. Entre las tintas orgánicas, la fenilendiamina es la más tóxica y causa grave dermatitis. Es muy importante poder identificar la naturaleza de las sustancias colorantes.

La luz de Wood, es un auxiliar de valor para la identificación de elementos pilosos decolorados y teñidos; es de interés examinar la diferente fluorescencia entre el tallo del elemento piloso y la región próxima a la raíz. Es muy importante comparar el color del elemento piloso con elementos pilosos de otra parte del cuerpo y también examinar el color del cuero cabelludo, que puede verse manchado del tinte empleado. Bajo la luz de Wood, el elemento piloso teñido aparece sin brillo y con aspecto de estopa; los cambios cromáticos y la fluorescencia ayudan en el aspecto pericial.

Las tinturas pueden reconocerse mediante las técnicas analíticas, pero se debe recordar que en la composición de cada tonalidad intervienen cuatro a cinco tintes orgánicos distintos. Las tinturas de oxidación pueden fijarse en el elemento piloso con o sin decoloración, previa según la tonalidad elegida, y en la fijación de esa tonalidad interviene siempre el agua oxigenada como elemento mordiente del tinte propiamente dicho. De este modo, para establecer si un elemento piloso ha sido decolorado o no, se somete a la prueba de la infiltración o impregnación de ciertos colorantes. Los elementos pilosos naturales claros, son resistentes; en cambio, los decolorados por acción de decolorantes u oxidantes, se impregnan fácilmente.¹

La prueba se efectúa con las siguientes soluciones:

- **Solución A:** Partes iguales de amoníaco al 5% y alcohol al 25%.
- **Solución B:** Solución policroma de azul de metileno al 1%.

Se emplea la siguiente técnica: lavar los elementos pilosos con alcohol, éter y agua (elimina grasas y suciedad); sumergir el elemento piloso en la solución A, durante 10 minutos; luego pasarlo por alcohol repetidas veces, de 95° y, previo secado, se sumerge en la solución de azul de metileno, hasta la evaporación de este; se lo lava en agua destilada (un minuto) y previo lavado rápido en alcohol de 95°, se lo observa al microscopio (montado en bálsamo del Canadá).

Los elementos pilosos que habían sido decolorados con agua oxigenada toman un color azul, mientras que los naturales, y los tratados con tinturas no oxidantes, resultan indiferentes al tratamiento.¹

DETERMINACIÓN DE LA RAZA

Los elementos pilosos del cuero cabelludo proveen el criterio más seguro para identificar la raza, es también de suma importancia la presencia de médula en los mismos ya que esta cumple un rol importante para la determinación de la raza. Microscópicamente, se puede distinguir entre raza blanca y raza caucásica, negra, amarilla o marrón, como la de los indios americanos, chinos y otros asiáticos.¹

La técnica consiste en realizar una inclusión en el elemento piloso en parafina o resina poliéster y luego efectuar cortes transversales con la ayuda de un micrótomo. En la raza blanca, los elementos pilosos del cuero cabelludo difieren en textura, forma y grado de pigmentación. Los elementos pilosos lacios tienen un calibre regularmente liso, que, gradualmente decrece cerca de la punta. Otros elementos pilosos pueden ser ondulados o rizados, mostrando un aumento gradual de la ondulación; su diámetro decrece alternadamente a lo largo de su longitud, y la médula de tipo interrumpida, puede hallarse ligeramente excéntrica. En ambos tipos el pigmento varía en intensidad, pero está concentrado en las porciones periféricas de la corteza. En la mayoría de los casos, los gránulos pigmentados son oscuros y la cantidad de tales gránulos determina su color a simple vista, ya sea rubio, rojo u oscuro.¹

Los indios americanos, los chinos y otros asiáticos, tienen generalmente el elemento piloso recto, rústico y negro, con largos tallos muy pigmentados. Los cortes transversales muestran tallos cilíndricos o triangulares con la médula situada en forma central.

El elemento piloso de la raza negra, es normalmente ensortijado, retorcido y negro, variando mucho su calibre a lo largo de toda su extensión, ya que crece y decrece su diámetro alternativamente. Una gran cantidad de pigmento se encuentra en la corteza, brindando un color negro intenso opaco. El elemento piloso, en sección transversal, es oval y estrecho o puede ser casi plano; el canal medular está situado en forma excéntrica.¹

La metodología para medir los cortes transversales del elemento piloso, consiste en tomar la parte del elemento piloso más cercana a la cabeza y embeberlo en Epon Plastic; la tableta de plástico obtenida con los elementos pilosos incluidos, es dividida en partes con un micrótopo en trozos de 3 micrones. El disco resultante es montado en una lámina porta objetos y examinado a aumento, usando un ocular micrométrico previamente calibrado en micrones mediante el uso de plantina micrométrica. Esto permite medir los diámetros mayores y menores y así calcular el área de la sección transversal y un índice de la misma, útil en la comparación de diferentes elementos pilosos.

El índice se define como el cociente entre el diámetro menor y el diámetro mayor, multiplicado por 100.

$$\text{Índice} = \frac{\text{Diámetro menor}}{\text{Diámetro mayor}} * 100$$

Las secciones transversales se calculan mediante el uso de la fórmula para el área de una elipse.

$$\text{Área} = \frac{\text{Diámetro mayor} * \text{Diámetro menor}}{4} * \pi$$

Haciendo un adecuado uso de los valores obtenidos del índice y el área de la sección transversal, juntamente con los datos que arrojan los estudios morfológicos, es posible distinguir en una considerable cantidad de casos la raza del individuo del cual proviene el elemento piloso en estudio.¹

DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO

Las técnicas que arrojan resultados confiables en la búsqueda de aglutinógenos responsables del grupo son las siguientes:

Absorción elución

La etapa de absorción consiste en cortar 6 cm de elemento piloso en estudio en tres piezas iguales, luego de haber sido lavado con jabón y éter, cada trozo se deja 3 horas con el antisuero correspondiente, (anti A, anti B y anti H), con títulos de 128, 64 y 32 respectivamente, en agitación constante. En la etapa de elución, se lavan los trozos de elemento piloso con solución salina; se agregan suspensiones de 0,2 % de glóbulos rojos correspondientes

al antisuero colocado inicialmente, se someten los trozos de elemento piloso en contacto con los glóbulos rojos a una temperatura de 50 °C durante 10 minutos y se completa la etapa de elución con la ayuda de vibraciones ultrasónicas. Finalmente se centrifuga a 120 G (1500 rpm) durante 2 minutos y se observa la aglutinación formada.⁸

ANTICUERPOS MARCADOS CON RADIOACTIVO

El método de determinación usado anticuerpos marcados con radioactivos, se basa en la reacción antígeno – anticuerpo y puede resumirse como sigue; los anticuerpos anti A, anti B y anti H, se marcan con yodo 131 y se colocan en contacto con tres trocitos de elemento piloso previamente aplastados con una prensa. Cada anticuerpo, con su trocito de elemento piloso, se incuba durante un tiempo determinado y luego, cada trocito, es expuesto a un film de película radiográfica. Cuando se revela el film, el trocito de elemento piloso que veló la placa indicará que el antígeno correspondiente dio la reacción antígeno-anticuerpo y pondrá en evidencia el grupo sanguíneo del elemento piloso en estudio.⁸

ELEMENTO PILOSO CAÍDO, ARRANCADO O CORTADO

El elemento piloso recién cortado, muestra el extremo seccionados más o menos con bordes limpios, netos, formados ángulos agudos, según el filo del instrumento cortante. Pasado los 3 días, la punta del elemento piloso cortado empieza a redondearse convexamente, debido al crecimiento y a las distintas sustancias. El elemento piloso que cae espontáneamente muestra un bulbo lleno, repleto, bien formado, lo que significa que ha llegado a su completo crecimiento.

En cambio, los que tienen un bulbo hueco o excavado, por no haber llegado a su completo desarrollo, indican que fueron arrancados. Cuando el hecho ha sido muy violento se pueden encontrar que en la raíz hay partículas o células de piel adyacentes colgada a la misma. El elemento piloso es prácticamente indestructible, a menos que se queme o se trate con ácidos. Es muy importante conocer la temperatura a la cual se quema el elemento piloso. Se determinó que, a 100 °C, el elemento piloso se acorta y pierde peso; a 150 °C, presenta burbujas gaseosas en su médula, y, a 300 °C, se carboniza. Estos datos son útiles para determinar a qué temperatura ha sido expuesto el cuerpo de la víctima. El calor produce alteraciones microanatómicas del elemento

piloso, indicando estas si el elemento piloso fue sometida a la llama o al calor radiante.⁸

Los elementos pilosos comienzan a sufrir alteraciones en su microestructura hacia los 140 – 150 °C, a esta temperatura las burbujas aéreas, en la sustancia medular, aumentan de tamaño y estallan, sintiendo la resistencia de la cutícula. Para otros autores este fenómeno tiene lugar a los 200 °C. A los 260 °C comienza la carbonización, la cual es completa a los 300–400 °C.⁸

Microfotografía de elementos pilosos.

Fuente: https://archives.fbi.gov/archives/about-us/lab/forensic-science-communications/fsc/jan2004/research/2004_01_research01b.htm

CAP. 8

RESULTADOS DEL LABORATORIO DE TRICOLOGÍA FORENSE

SIGNIFICADO FORENSE DEL ELEMENTO PILOSO

Los elementos pilosos y la estructura de estos pueden ser de importancia relevante debido a que permiten obtener pistas acerca de la identidad del agresor o agresores en una escena del delito donde se va a llevar a cabo una investigación. Mediante un examen con la comparación microscópica de elementos pilosos se puede llegar a una conclusión considerando una gama completa de características microscópicas en toda su longitud.¹

Las comparaciones y características microscópicas del elemento piloso no son una base para la identificación personal, por lo que es razonable afirmar que puede existir una fuerte asociación cuando se presenta estas características coincidentes. La apertura de una base de datos sería lo más indicado para generar datos de frecuencia de características de los elementos pilosos del individuo, la misma que se podrá poner en uso por parte de los investigadores en las diferentes áreas.

Bases del análisis comparativo

Las comparaciones del elemento piloso son una combinación de un proceso de reconocimiento de patrones y un

análisis paso a paso de un elemento piloso cuestionado y una muestra conocida.¹

Las características microscópicas constan de las siguientes etapas:

1. Proceso de identificación

La identificación y clasificación del elemento piloso permite establecer si es humano o animal, a que grupo racial pertenece, la zona del cuerpo a la que pertenece, el color, la fase de crecimiento, entre otras características. Además, de que permite obtener datos característicos como la procedencia de la cabeza o del tórax de color negro, y que poseen una raíz telógena, etc.

Identificación de tipos de elementos pilosos.

Fuente: Juan Manuel Pech, https://www.researchgate.net/figure/Figura-19-Seccion-espatular-de-los-pelos-de-guardia-de-Bassariscus-sumichrasti-A_fig14_263275818.⁵³

2. Proceso de examen

Es el proceso del análisis a partir de la comparación microscópica, donde se evalúan las características microscópicas que se presentan en los elementos pilosos ya examinados o en elementos pilosos de muestra desconocida. Esto se realiza mediante la evaluación de puntos de comparación en el patrón tricológico para determinar si un elemento piloso forma parte o no de fuentes conocidas (base de datos). En esta comparación el investigador determinará si existe una similitud entre los patrones que se presentan en los elementos pilosos de muestra desconocida (escena del crimen) con los elementos pilosos

de muestras conocidas (sospechoso) estableciendo así la asociación de patrones presentes en toda la longitud del espécimen.

Característica microscópica del elemento piloso.

Fuente: Autores

Esto implica evaluar las características microscópicas presentes en las muestras, evaluar los puntos para comparar y determinar si un elemento piloso cuestionado puede excluirse o no como originario de la fuente de una muestra conocida.

En un análisis de muestras capilares, varios estudios pueden llegar a la misma conclusión de resultados si el personal se encuentra bien capacitado con la experiencia y con los conocimientos suficientes acerca del procedimiento a seguir para el análisis de elementos pilosos, por lo que, además, es importante para evitar errores al momento de entregar resultados y afectar a una de las partes en una investigación.¹

En conclusión, se requiere que el técnico o personal asignado al estudio tricológico tenga una formación adecuada, que sea calificado para llevar a cabo el análisis tricológico, lleve a cabo los procedimientos bajo los estándares de calidad y estandarización; todo esto con la finalidad de ofrecer resultados creíbles, confiables y reproducibles.

Análisis comparativo

Una vez que la raza y las determinaciones de la zona del cuerpo se han hecho, se determina la idoneidad del elemento piloso para la comparación. Los elementos pilosos que se han caracterizado como cabellos o vellos púbicos se consideran generalmente adecuados

para la comparación con muestras conocidas de la misma procedencia.

Los elementos pilosos de otras partes del cuerpo por lo general no se consideran adecuados para la comparación debido a que, en otras partes del cuerpo los pelos generalmente no contienen suficiente variación en sus características microscópicas para distinguirse de otros elementos pilosos de diferentes individuos. Una vez que el espécimen (muestra desconocida) ha sido determinado como adecuado para la comparación microscópica, se compara con una muestra conocida apropiada. Se debe comparar elementos pilosos de la misma región corporal, cabellos con cabellos y vellos púbicos con vellos púbicos. El proceso de comparación implica el análisis desde extremo proximal (raíz) hasta el extremo distal (punta) tanto del elemento piloso cuestionado como la muestra conocida.¹

El Comité de Comparaciones Forenses de Pelos (CCFP) recomendó el uso de un microscopio de comparación, indicando que el examinador del elemento piloso debe usar un microscopio de alta calidad a diferentes aumentos para llevar a cabo un examen minucioso y exhaustivo de ambas características macroscópicas

El proceso de comparación implica el análisis desde extremo proximal (raíz) hasta el extremo distal (punta) tanto del cabello cuestionado como la muestra conocida.

Forense en el laboratorio.
Fuente: Autores

y microscópicas exhibidas por los elementos pilosos preparados adecuadamente, también expresó la opinión de que la comparación microscópica de los elementos pilosos no puede llevarse a cabo sin un microscopio de comparación.

El punto de partida en un examen forense de elementos pilosos debe ser un intento de buscar las diferencias, no las semejanzas, entre un elemento piloso desconocido y una muestra conocida. Incluso en un individuo, la expectativa debe ser que una muestra conocida exhibirá una amplia gama de características microscópicas.

Debido a que los elementos pilosos son un producto biológico y hay influencias tanto genótípicas como fenotípicas en la disposición de sus características microscópicas. No hay dos elementos pilosos, incluso de la misma persona, que se puedan ver exactamente iguales. Por lo tanto, aun cuando se hace una asociación de similitud, eso no quiere decir que el elemento piloso cuestionado y el elemento piloso de la muestra conocida sean idénticos en todas sus características a lo largo de toda la longitud del elemento piloso.¹

La evaluación de lo que es, o no, una diferencia significativa o relevante se encuentra en el núcleo de la formación y la experiencia del examinador forense. Se puede llegar como resultado a tres conclusiones generales en los análisis microscópicos de elementos pilosos:

1. Inconclusa, que hace referencia a la ausencia de suficientes elementos de juicio para llegar a una conclusión de inclusión (positiva) o exclusión (negativa);

Análisis de muestras en el laboratorio.
Fuente: 3.Laboratorio de toxicología forense / ministerio del interior

2. La conclusión es negativa, es decir, la no asociación de las muestras desconocidas con las conocidas;

3. De asociación, o también llamada de similitud.

Cuando un elemento piloso desconocido se compara con una muestra conocida y se encuentran diferencias en las características microscópicas de ambos patrones tricológicos, el examinador puede concluir que el elemento piloso cuestionado no, es consistente con la fuente origen del donante de la muestra conocida.¹

Algunas posibles causas de error por parte del examinador en exclusiones incorrectas son:

- Los elementos pilosos que componen la muestra de referencia conocida son muy pocos.
- La muestra no es representativa de la región del cuerpo.
- Los elementos pilosos incompletos en la muestra conocida.
- Una gran cantidad de tiempo que transcurre entre la recolección de los elementos pilosos cuestionados y la toma de muestras conocidas.
- La posibilidad de que la muestra en cuestión sea una muestra atípica del elemento piloso (elementos pilosos que hayan sufrido traumas).

Si el examinador está debidamente capacitado y sigue los procedimientos estandarizados, entonces la probabilidad de una exclusión incorrecta es mínima.

Hay algunas circunstancias en las que puede ser una exclusión absoluta, tales como cuando el elemento piloso cuestionado y las muestras de elemento piloso conocidos presentan diferentes características raciales. En este escenario, el examinador puede llegar a la conclusión de que: el elemento piloso dubitado es microscópicamente diferente a

los elementos pilosos en la muestra conocida y, por lo tanto, no pudo haber llegado del donante conocido.¹

La última categoría de una conclusión a la que se puede llegar en una comparación microscópica del elemento piloso es el de una asociación o similitud. En contraste con las dos subcategorías de un resultado de la exclusión, solo hay una conclusión de la asociación, que el elemento piloso cuestionado exhibe las mismas características microscópicas con los elementos pilosos de la muestra conocida y, por lo tanto, no pueden ser excluidos de la fuente de la muestra conocida de donde proceden.¹

Es posible idear un escenario en el que se podría lógicamente informar de una fuerte asociación positiva, es decir, afirmar que el elemento piloso dubitado se originó de la muestra de elemento piloso conocido del donante. En cualquier caso, un examinador se limita a proporcionar una interpretación de que el elemento piloso definitivamente no proviene de una persona en particular (un examinador no puede afirmar que la muestra definitivamente proviene de una persona en particular, es una conclusión casi imposible teniendo en cuenta las limitaciones de las pruebas y/o tecnología en el análisis comparativo).

El paso final de un examen de elementos pilosos debe ser un procedimiento de confirmación. Este paso consiste en tener un segundo examinador calificado para realizar una comparación microscópica independiente del elemento piloso que se ha asociado. El segundo examinador debe llevar a cabo un análisis exhaustivo, completo

y debe estar libre de prejuicios y subjetividad para llegar a una conclusión propia de cada elemento piloso.¹

Subcategorías de las conclusiones

Altamente positivo Positivo seguro Fuerte positivo	Cuando se llega a la conclusión que el elemento piloso dubitado presenta características macroscópicas muy similares a la muestra indubitada. Ej: Presencia de cuerpos ovoides especiales, características adquiridas poco frecuentes.
Positivo normal Positivo	Cuando se llega a la conclusión que el elemento piloso dubitado presenta características macroscópicas y microscópicas similares a la muestra indubitada.
Normal negativo Negativo	Cuando el elemento piloso cuestionado no presenta características similares a la muestra control.
Altamente negativo Negativo seguro Fuerte negativo	Cuando se llega a la conclusión que el elemento piloso cuestionado presenta características muy diferentes a la muestra control. Ej: Diferencia racial, patrón tricológico totalmente diferente.

Tabla 4: Subcategorías de las conclusiones del análisis tricológico.

Fuente: Nesstor Pilco Ferreto.¹

FACTORES QUE AFECTAN LAS CONCLUSIONES POSITIVAS

Factores que pueden disminuir la confiabilidad de una conclusión de comparación positiva:

- La presencia de elemento piloso incompleto.
- Elemento piloso cuestionado con características muy comunes.
- Encontrar elementos pilosos dubitados en conjunto con numerosos elementos pilosos contaminantes.

- Que las muestras dubitadas presenten muchas variaciones internas.

Factores que pueden aumentar la confiabilidad de una conclusión de comparación positiva.

- Dos o más elementos pilosos dubitados, que presenten características similares a la muestra control.
- Elementos pilosos con características inusuales.
- Elementos pilosos encontrados en lugares inesperados.
- Transferencia cruzada.

FACTORES QUE AFECTAN LAS CONCLUSIONES NEGATIVAS

Factores que pueden disminuir la confiabilidad de una conclusión de comparación negativa.

- Deficiencias en la muestra indubitada.
- Muestra insuficiente, no representativa o incompleta.
- Elementos pilosos dubitados incompletos.
- Mucho tiempo entre la toma de muestra.
- Encontrar elementos pilosos cuestionados con características macroscópicas similares a la muestra de control.

Factores que pueden aumentar la confiabilidad de una conclusión de comparación negativa:

- La muestra control analizada tiene más del número recomendado de elementos pilosos, así como la muestra dubitada.
- La muestra control presenta pocas variaciones internas.

- Los elementos pilosos dubitados presentan características macroscópicas y microscópicas muy diferentes con la muestra control.

CAP. 9

DESCRIPCIÓN DE CABELLOS

NÚMERO: 1

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Marrón oscuro

Color Microscópico: Marrón dorado

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Irregular

Cutícula: Aplanada o regular, gruesa

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Amorfa

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello liso sin teñir

Edad: 22

Género: Femenino

Fecha de la toma: 02/06/2019

Código de la muestra: 001

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte		X
Plancha	X	
¿Presenta caspa o alguna otra patología?		X
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color?		X

NÚMERO: 2

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Marrón medio

Color Microscópico: Marrón tenue

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Romo

Cutícula: Aplanada o regular, mediana

Cuerpos ovoides: Escasos

Médula: Fragmentada

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello liso teñido

Edad: 21

Género: Femenino

Fecha de la toma: 02/06/2019

Código de la muestra: 002

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador	X	
Fijador	X	
Spray		X
Cera	X	
Tinte	X	
Plancha	X	
¿Presenta caspa o alguna otra patología?	X	
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? Rubio-claro 10	X

NÚMERO: 3

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Blanco

Color Microscópico: Gris tenue

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: No se aprecia en la imagen

Cutícula: Aplanada o regular, grueso

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Fragmentada

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello liso (cana)

Edad: 65

Género: Femenino

Fecha de la toma: 03/06/2019

Código de la muestra: 003

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte		X
Plancha		X
¿Presenta caspa o alguna otra patología?	X	
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color?		X

NÚMERO: 4

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Blanco

Color Microscópico: Marrón claro

Crecimiento del cabello: El crecimiento está en fase catágena pues el folículo está disminuido de tamaño

Extremo distal: Romo

Cutícula: Irregular aserrado, gruesa

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Discontinua

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Bigote de un gato

Edad: 20 meses

Especie: Felino

Fecha de la toma: 02/06/2019

Código de la muestra: 004

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		
Acondicionador		
Fijador		
Spray		
Cera		
Tinte		
Plancha		
¿Presenta caspa o alguna otra patología?	X	
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color?

NÚMERO: 5

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Marrón

Color Microscópico: Marrón dorado

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Romo

Cutícula: Aplanada o regular, gruesa

Cuerpos ovoides: Escasos

Médula: Discontinua

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello liso teñido

Edad: 25

Género: Femenino

Fecha de la toma: 05/06/2019

Código de la muestra: 005

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador	X	
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte	X	
Plancha	X	
¿Presenta caspa o alguna otra patología?	X	
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? Castaño claro Rojo intenso \$55.66	X

NÚMERO: 6

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Marrón oscuro

Color Microscópico: Marrón medio

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Romo

Cutícula: Aplanada o regular, mediana

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Ausente

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello liso teñido

Edad: 70

Género: Femenino

Fecha de la toma: 04/06/2019

Fecha de último tinte: 06/2018

Código de la muestra: 006

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador	X	
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte	X	
Plancha		X
¿Presenta caspa o alguna otra patología?		X
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? Negro luminoso 1.1	X

NÚMERO: 7

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Marrón oscuro

Color Microscópico: Marrón oscuro

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Aguzado

Cutícula: Regular o aplanada gruesa.

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Continua

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello liso sin teñir

Edad: 72

Género: Femenino

Fecha de la toma: 04/06/2019

Fecha de último tinte: 02/2018

Código de la muestra: 007

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte	X	
Plancha		X
¿Presenta caspa o alguna otra patología?		X
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? Negro azulado 1.1.	X

NÚMERO: 8

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Curvo

Color Macroscópico: Violeta claro

Color Microscópico: Marrón claro

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Romo

Cutícula: Aserrada y aplanada delgada.

Cuerpos ovoides: Escasos

Médula: Fragmentada o trozo.

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello liso teñido de Issue Violeta

Edad: 20 años

Género: Femenino

Fecha de la toma: 06/06/2019

Código de la muestra: 008

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador	X	
Spray	X	
Cera		X
Tinte	X	
Plancha	X	
¿Presenta caspa o alguna otra patología?	X	
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? Issue Violeta	X

NÚMERO: 9

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Rojizo

Color Microscópico: Marrón claro

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Romo

Cutícula: Regular o aplanada, parte superior delgada e inferior gruesa

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Ausente

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello liso teñido de rojizo profundo

Edad: 44 años

Género: Femenino

Fecha de la toma: 08/06/2019

Código de la muestra: 009

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel	X	
Acondicionador	X	
Fijador	X	
Spray	X	
Cera		X
Tinte	X	
Plancha	X	
¿Presenta caspa o alguna otra patología?		X
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? Rojizo profundo	X

NÚMERO: 10

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Gris

Color Microscópico: Marrón claro

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: No se aprecia en la imagen

Cutícula: Regular o aplanada gruesa

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Ausente

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Pelo color gris – gato

Edad: 2 años

Género: Macho

Fecha de la toma: 06/06/2019

Código de la muestra: 010

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Aceites (Manzanilla)	X	
Spray	X	
Plancha		X
¿Presenta caspa o alguna otra patología?		X
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color?		X

NÚMERO: 11

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Marrón oscuro

Color Microscópico: Marrón claro

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Irregular

Cutícula: Regular o aplanada gruesa

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Continua

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello liso castaño claro sin teñir.

Edad: 22 años

Género: Femenino

Fecha de la toma: 05/06/2019

Código de la muestra: 011

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte		X
Plancha		X
¿Presenta caspa o alguna otra patología?		X
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? -----		X

NÚMERO: 12

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Negro

Color Microscópico: Gris claro

Crecimiento del cabello: No se aprecia

Extremo distal: Irregular

Cutícula: Regular o aplanado delgada

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Ausente

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Barba corta

Edad: 66 años

Género: Masculino

Fecha de la toma: 5 de junio 2019

Código de la muestra: 012

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte		X
Plancha		X
Crema de afeitar		X

NÚMERO: 13

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Cabello lacio sin curvatura

Color Macroscópico: Marrón oscuro

Color Microscópico: Marrón medio

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Extremo romo es decir cortado

Cutícula: Delgada

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Ausente

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello rizado sin teñir

Edad: 23 años

Género: Femenino

Fecha de la toma: 03/06/2019

Código de la muestra: 013

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte		X
Plancha		X
¿Presenta caspa o alguna otra patología?		X
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? -----		X

NÚMERO: 14

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio sin curvatura

Color Macroscópico: Rojizo

Color Microscópico: Marrón medio

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Extremo irregular

Cutícula: Delgada

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Discontinua

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello rizado natural color ginger (zanahoria)

Edad: 21

Género: Femenino

Fecha de la toma: 05/05/2019.

Código de la muestra: 014

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel	X	
Acondicionador	X	
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte		X
Plancha	X	
¿Presenta caspa o alguna otra patología?		X
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? -----		X

NÚMERO: 15

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio sin curvatura

Color Macroscópico: Rojizo

Color Microscópico: Rojizo claro

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Extremo romo es decir cortado

Cutícula: Delgada

Cuerpos ovoides: Escasos

Médula: Discontinua

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello lacio tinturado

Edad: 19 años

Género: Femenino

Fecha de la toma: 03/06/2019

Código de la muestra: 015

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador	X	
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte	X	
Plancha	X	
¿Presenta caspa o alguna otra patología?		X
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? Violeta	X

NÚMERO: 16

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Cabello lacio sin curvatura

Color Macroscópico: Blanco

Color Microscópico: Blanco

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Extremo aguzado

Cutícula: Grueso

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Tipo escalera multiseriada

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: cabello de conejo

Edad: 2 años

Género: Masculino

Fecha de la toma: 02/06/2019

Código de la muestra: 016

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte		X
Plancha		X
¿Presenta caspa o alguna otra patología?		X
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? -----		X

NÚMERO: 17

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio sin curvatura

Color Macroscópico: Negro

Color Microscópico: Marrón oscuro

Crecimiento del cabello: El crecimiento es en fase catágena debido a que el folículo empieza a disminuir de tamaño

Extremo distal: Extremo aguzado

Cutícula: Delgada

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Ausente

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: cabello de ternera

Edad: 10 meses

Género: femenino

Fecha de la toma: 02/06/2019

Código de la muestra: 017

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte		X
Plancha		X
¿Presenta caspa o alguna otra patología?		X
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? -----		X

NÚMERO: 18

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio sin curvatura

Color Macroscópico: Marrón oscuro

Color Microscópico: Marrón medio

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Extremo irregular

Cutícula: Delgada

Cuerpos ovoides: Escasos

Médula: Discontinua

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de cabello: Cabello liso

Edad: 6

Género: Masculino

Fecha de la toma: 08/06/2019

Código de la muestra: 018

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel	X	
Acondicionador		X
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Tinte		X
Plancha		X
¿Presenta caspa o alguna otra patología?		X
¿Se ha teñido alguna vez? ¿Qué color? -----		X

NÚMERO: 19

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Marrón oscuro

Color Microscópico: Marrón medio

Crecimiento del cabello: El crecimiento es en fase catágena por que el folículo empieza a disminuir de tamaño

Extremo distal: Extremo romo (cortado)

Cutícula: Delgada

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Ausente debido a que es un cabello fino

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Pelo de axila

Edad: 32

Género: Masculino

Código: 019

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador		X
Spray	X	
Cera		X
Plancha		X
Desodorante	X

NÚMERO: 20

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: cabello lacio

Color Macroscópico: Blanco

Color Microscópico: Blanco

Crecimiento del cabello: El crecimiento es en fase catágena por que el folículo empieza a disminuir de tamaño

Extremo distal: Extremo romo (cortado)

Cutícula: Mediana

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Continua

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Pelo de cerdo (blanco)

Edad: 4 meses

Género: Macho

Alimentación: Rechazo, plátano verde, cascara de tubérculos, polvillo

Clima de hábitat: Frío

Código: 020

NÚMERO: 21

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Cabello lacio

Color Macroscópico: Negro

Color Microscópico: Negro

Crecimiento del cabello: El crecimiento es en fase catágena por que el folículo empieza a disminuir de tamaño

Extremo distal: Extremo romo (cortado)

Cutícula: Delgada

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Continua

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: pelo de Cerdo (negro)

Edad: 4.5 meses

Género: Macho

Alimentación: Rechazo, plátano verde, cascara de tubérculos, polvillo

Clima de hábitat: Frío

Código: 021

NÚMERO: 22

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Marrón oscuro

Color Microscópico: Marrón oscuro

Crecimiento del cabello: El crecimiento es en fase catágena por que el folículo empieza a disminuir de tamaño

Extremo distal: Extremo romo (cortado)

Cutícula: Mediana

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Continua

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Pelo púbico

Edad: 25

Género: Masculino

Código: 022

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Plancha		X
Desodorante		X

NÚMERO: 23

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Blanco

Color Microscópico: Blanco

Crecimiento del cabello: el crecimiento es en fase catágena por que el folículo empieza a disminuir de tamaño

Extremo distal: extremo romo (cortado)

Cutícula: mediana

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: fragmentada

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Cabello Albino

Edad: 25

Género: Masculino

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador		X
Spray		X
Cera		X
Plancha		X
Desodorante		X

NÚMERO: 24

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Forma: Lacio

Color Macroscópico: Rosa claro

Color Microscópico: Blanco

Crecimiento del cabello: El crecimiento es en fase catágena por que el folículo empieza a disminuir de tamaño

Extremo distal: Irregular

Cutícula: Delgada

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Discontinua

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: Cuero cabelludo rosa

Edad: 22

Género: Femenino

Código: 024

Productos de aseo personal	SÍ	NO
Gel		X
Acondicionador		X
Fijador	X	
Spray	X	
Cera		X
Plancha	X	

Liso / Teñido

Forma: Lacio

Color Microscópico: Marrón oscuro

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: No se aprecia en la imagen

Cutícula: Aplanada o regular, gruesa

Cuerpos ovoides: Escasos

Médula: Discontinua

Forma: Lacio teñido

Color Microscópico: Marrón claro

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: No se aprecia en la imagen

Cutícula: Aplanada o regular, delgada

Cuerpos ovoides: Escasos

Médula: fragmentada

Liso sin teñir / Liso teñido

Forma: Lacio

Color Microscópico: Marrón oscuro

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: No se aprecia en la imagen

Cutícula: Aplanada o regular, gruesa

Cuerpos ovoides: Escasos

Médula: Discontinua

Forma: Lacio teñido

Color Microscópico: Marrón claro

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: No se aprecia en la imagen

Cutícula: Aplanada o regular, delgada

Cuerpos ovoides: Escasos

Médula: fragmentada

Cerdo albino / Cerdo negro

Forma: Lacio

Color Microscópico: blanco

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: No se aprecia en la imagen

Cutícula: Aplanada o regular, gruesa

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Discontinua

Forma: Lacio teñido

Color Microscópico: negro

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: No se aprecia en la imagen

Cutícula: Aplanada o regular, delgada

Cuerpos ovoides: Ausente

Médula: Ausente

Humano / Conejo

Forma: Lacio

Color Microscópico: Marrón claro

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: Ausente

Cutícula: Aplanada, gruesa

Cuerpos ovoides: Ausentes

Médula: Continua

Forma: Lacio teñido

Color Microscópico: blanco

Crecimiento del cabello: No se aprecia en la imagen

Extremo distal: No se aprecia en la imagen

Cutícula: Irregular, delgada

Cuerpos ovoides: Ausente

Médula: Tipo escalera multiseriada

Referencias Bibliográficas

1. Pilco N. Manual de Tricología Forense [Internet]. [cited 2020 May 23]. Available from: <https://www.docsity.com/es/manual-de-tricologia-forense/5401295/>
2. Robles F. Laboratorio forense [Internet]. 2013 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://publicaciones.ua.es/es/catalogo/laboratorio-forense/978-84-9717-265-3>
3. Campanelli E. TRICOLOGÍA: ANATOMÍA, TIPOS DE CABELLO, CUERO CABELLUDO, ALOPECIAS E INFECCIONES [Internet]. Lalitotowers. 2015 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://lalitotowers.wordpress.com/tricologia-anatomia-tipos-de-cabello-cuero-cabelludo-e-infecciones/>
4. Toloza MS. Tricologia [Internet]. [cited 2020 May 23]. Available from: <https://www.academia.edu/29448556/Tricologia>
5. Vázquez L. Pelos como tipo de indicio en un hecho delictivo [Internet]. [México]: Universidad Nacional Autónoma de México; 2013 [cited 2020 May 21]. Available from: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/tesis/tesis_vazquez_sanjuan.pdf
6. Peña Morejón ME, Cepeda Paca MA, Cáceres Manzano VP, Sánchez Polit FR. Estudio de Tricología Forense en casos donde el Elemento Piloso es Crucial para la Investigación, como Indicio en un Hecho Delictivo. Cienc Digit [Internet]. 2019 Apr 9 [cited 2020 May 21];3(1.1):199–215. Available from: <http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/404>
7. Lehmann A. La biología del cabello humano [Internet]. Cabello de por vida. 2018 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://es.haartransplantationen.ch/hechos-interesantes/la-biologia-del-cabello-humano/>

8. Vera SG. ESTUDIO FORENSE DEL PELO [Internet]. [cited 2020 May 23]. Available from: http://www.hsdpericias.com/biblioteca/ESTUDIO_FORENSE_DEL_PELO.pdf
9. Flores F. Embriología del Sistema Tegumentario [Internet]. 2016 [cited 2020 May 24]. Available from: <https://es.slideshare.net/gemelos1968/embriologa-del-sistema-tegumentario-51023410>
10. Fusion Unisex Hairdresser. MORFOGÉNESIS DEL CABELLO [Internet]. Fusion Unisex Hairdresser. [cited 2020 May 23]. Available from: <https://www.fusionpeluqueria.com/es/saber-mas/morfogenesis-del-cabello/>
11. Instituto Médico Dermatológico. El ciclo de vida del cabello [Internet]. 2018 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://im-dermatologico.com/ciclo-vida-del-cabello/>
12. Mayr G. Sobre el folículo piloso y su limpieza [Internet]. 2008 [cited 2020 May 24]. Available from: <http://eljineteinsomne2.blogspot.com/2008/05/sobre-el-foliculo-piloso-y-su-limpieza.html>
13. Rossani G, Hernández I, Susanibar J. Growth induction and restoration of hair follicle with autologous growth factors in scarless scalp pathology. *Cir Plast Ibero-Latinoamericana* [Internet]. 2018 Apr 1 [cited 2020 May 23];44(2):151–60. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-78922018000200005
14. Bernard B. HIPOXIA Y ALOPECIA [Internet]. Vol. 41, ENTREVISTAS Separata. *Medicina Cutánea*. 2013 Apr [cited 2020 May 21]. Available from: www.grupoaulamedica.es.
15. Araucaria D, Sánchez G, Alfaro A, Sandoval-Tress C, Daniela D, Guzmán-Sánchez A. Estructura molecular y desarrollo del pelo. 2010.
16. EcuRed. Pelo [Internet]. 2017 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://www.ecured.cu/Pelo>

17. Nutricioni. Conoce más sobre las características del cabello [Internet]. 2019 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://nutricioni.com/conoce-mas-sobre-las-caracteristicas-del-cabello/>
18. Federación de Enseñanza de Andalucía. “EL CABELLO: ESTRUCTURA, PROPIEDADES, COMPOSICION QUIMICA, CICLO, TIPOS Y CLASES DE CABELLO. PAUTAS PARA LA DETERMINACION DE: DISTRIBUCION, LONGITUD, CALIDAD, COLOR, FORMA E IMPLANTACIÓN” [Internet]. Andalucía; 2010 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7484.pdf>
19. Sánchez-Estella J, Yuste M, Santos JC, Alonso MT. Hipertrichosis lanuginosa adquirida paraneoplásica. Actas Dermosifiliogr [Internet]. 2005 Sep 1 [cited 2020 May 23];96(7):459–61. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001731005731124>
20. Sumalavia F. Lanugo de un recién nacido [Internet]. 2018 [cited 2020 May 24]. Available from: <https://huggies.com.co/preguntas-y-soluciones/pediatra-fernando-sumalavia/articulos/ques-es-el-lanugo-vello-fino-que-recubre-al-recien-nacido/>
21. TORRES S, VILLAVICENCIO A. CARACTERIZACIÓN TRICOLÓGICA CORTICAL POR HISTOTECNOLOGÍA FORENSE [Internet]. Lima; 2016 [cited 2020 May 23]. Available from: <http://repositorio.uwienner.edu.pe/bitstream/handle/123456789/522/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
22. Kerastive. Fases de crecimiento del cabello [Internet]. [cited 2020 May 24]. Available from: <https://www.kerastive.com/queratina.php>
23. Schwarzkopf. EL CICLO DE CRECIMIENTO CAPILAR [Internet]. 2016 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://www.schwarzkopf-professional.es/skp/es/es/home/educacion/ask/essential-skills/0616/conceptos-basicos-el-ciclo-de-crecimiento-capilar.html>

24. MSD. El ciclo del pelo [Internet]. 2019 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://consumidores.msd.com.mx/enfermedades/calvicie/el-ciclo-del-pelo.xhtml>
25. Centros capilares. El ciclo de vida del cabello [Internet]. 2018 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://www.sgcentroscapilares.es/el-ciclo-de-vida-del-cabello/>
26. Viviscal. El ciclo de crecimiento del cabello [Internet]. 2017 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://viviscal.es/ciclo-de-crecimiento-del-cabello>
27. Beauty Across Heart. Propiedades capilares [Internet]. [cited 2020 May 24]. Available from: <http://beautyacrosstheheart.com/haz-test-porosidad-cabello/>
28. Universidad Autónoma de nuevo León. MEDICINA Y QUIMICA FORENSE ESTUDIO DE PELOS Y CABELLOS [Internet]. 2011 [cited 2020 May 24]. Available from: <https://es.slideshare.net/iradseth/mfpeloscabellos>
29. Rodriguez M. Plan de estudio de licenciatura en ciencia forense [Internet]. México; 2012 Aug [cited 2020 May 23]. Available from: http://www.facmed.unam.mx/_documentos/planes/cforense/index.pdf
30. Sánchez V. Morfología del pelo en mamíferos terrestres. ResearchGate [Internet]. 2010 Jan [cited 2020 May 22];89–102. Available from: https://www.researchgate.net/publication/308679691_Morfologia_del_pelo_en_mamiferos_terrestres
31. Deedrich & Koch. (PDF) Microscopy of Hair Part 1: A Practical Guide and Manual for Human Hairs [Internet]. 2004 [cited 2020 May 24]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/318753210_Microscopy_of_Hair_Part_1_A_Practical_Guide_and_Manual_for_Human_Hairs
32. Uphairs. Alteraciones estructurales del cabello [Internet]. 2014 [cited 2020 May 24]. Available from: <https://blog.uphairs.com/alteraciones-estructurales-del-cabello/>

33. Pérez J. Definición de pigmento [Internet]. 2015 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://definicion.de/pigmento/>
34. Siqueira A dos S, Diniz JA, Torres LHS, Gomes ACA, Oliveira e Silva ED de. Adenoma pleomórfico em lábio superior: relato de caso. J Brazilian Coll Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2018 [cited 2020 May 24];4(3):65–8. Available from: https://www.actaodontologica.com/ediciones/2003/2/melanoma_maligno_cavidad_bucal.asp
35. Méndez M. Caracterización tricológica de tres razas de cánidos utilizadas para el cuido [Internet]. [Costa Rica]: Universidad de Costa Rica; 1999 [cited 2020 May 23]. Available from: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/437/1/19746.pdf>
36. EcuRed. Folículo piloso [Internet]. [cited 2020 May 24]. Available from: https://www.ecured.cu/Folículo_piloso
37. Equipo de redacción. Partes del cabello [Internet]. 2017 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://www.partesdel.com/cabello.html>
38. Vázquez J. Nódulos blancos en el pelo [Internet]. Vol. 57. 2013 [cited 2020 May 24]. p. 401–3. Available from: <https://www.medigrafix.com/pdfs/derrevmex/rmd-2013/rmd135o.pdf>
39. EcuRed. Tricorrexis nodosa [Internet]. 2019 [cited 2020 May 23]. Available from: https://www.ecured.cu/Tricorrexis_nodosa
40. Robert A. Monilethrix: Background, Pathophysiology, Epidemiology [Internet]. 2020 [cited 2020 May 24]. Available from: <https://emedicine.medscape.com/article/1118500-overview>
41. Enfermedades de la Piel. Pili Annulati: Causas, Diagnóstico, Síntomas y Tratamiento [Internet]. 2014 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://enfermedadesdelapiel.info/enfermedades/pili-annulati/>

42. EcuRed. Tricotiodistrofia [Internet]. 2013 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://www.ecured.cu/Tricotiodistrofia>
43. IQB. ATLAS DE DERMATOLOGIA [Internet]. [cited 2020 May 24]. Available from: <https://www.iqb.es/dermatologia/atlas/tricotiodistrofia/tricotiodistofia03.htm>
44. Orphanot. Pili torti [Internet]. 2018 [cited 2020 May 23]. Available from: https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?Lng=ES&Expert=2889
45. Donovan Hair Clinic. Scarring alopecia: Acquired Pili torti [Internet]. 2018 [cited 2020 May 24]. Available from: <https://donoivanmedical.com/hair-blog/pili-torti>
46. Kumaresan M, Deepa MS. Trichonodosis. Int J Trichology [Internet]. 2014 [cited 2020 May 23];6(1):31–3. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4124693/>
47. Liberal Dictionary. trichonodosis [Internet]. 2018 [cited 2020 May 24]. Available from: <https://www.liberaldictionary.com/trichonodosis/>
48. De Jesus Semblano M, Mendes AD, Moure ERD, Deprá MM, Pies OTC, De Mello ALP. Trichoscopy as a diagnostic tool in trichorrhexis invaginata and Netherton syndrome. An Bras Dermatol [Internet]. 2015 [cited 2020 May 23];90(1):114–6. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4323708/>
49. ScienceDirect Topics. Trichorrhexis invaginata [Internet]. 2010 [cited 2020 May 24]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/trichorrhexis-invaginata>
50. Álvarez M, Mateos J. ESTUDIO FORENSE DE PELOS [Internet]. 2015 [cited 2020 May 23]. Available from: <http://cleuadistancia.cleu.edu.mx/cleu/flash/PAG/lecturas/pelosyfibras/EstudioForensedepelos-.pdf>

51. Arnal I. Corpúsculo de Barr [Internet]. Barcelona; [cited 2020 May 24]. Available from: <https://bit.ly/3bWM6rv>
52. Universidad de Guanajuato. Cromatina sexual X en células de la mucosa bucal de humano [Internet]. 2017 [cited 2020 May 23]. Available from: <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-de-guanajuato/biologia-celular/practicas/r5-cromatina-sexual-x-en-celulas-de-la-mucosa-bucal-de-humano/2875451/view>
53. Pech J. Sección espatular de los pelos [Internet]. 2014 [cited 2020 May 24]. Available from: https://www.researchgate.net/figure/Figura-19-Seccion-espatular-de-los-pelos-de-guardia-de-Bassariscus-sumichrasti-A_fig14_263275818

Gestión del Conocimiento y Propiedad Intelectual

TRICOLOGÍA FORENSE, Incluye Ilustraciones y descripciones; se publicó en el mes de junio de 2021 en la Universidad Nacional de Chimborazo.

TRICOLOGÍA FORENSE

INCLUYE ILUSTRACIONES Y DESCRIPCIONES

Los seres vivos poseen particularidades únicas que los diferencian de entre otras especies o individuos de su misma especie. Así mismo, el ser humano manifiesta caracteres fenotípicos y genotípicos únicos como, por ejemplo, los rasgos faciales que, además de diferenciarnos de otras especies animales, nos distinguen de otros seres humanos; los cuales a su vez manifiestan características variables. Es por eso que la diferenciación y especificación son dos aspectos muy importantes para encasillar dichas características a un individuo. Las Ciencias Forenses es una rama de la investigación que permite esclarecer hechos que se han cometido en distintas circunstancias, es por ello que busca descubrir el hecho delictivo a través de pruebas pericial que serán de gran ayuda en los procesos judiciales. Alrededor del mundo, a menudo, el técnico forense puede encontrarse con indicios en la escena del crimen que ligen o asocien al victimario con el delito cometido o atentado contra la integridad de otro individuo, estos pueden ser, elementos que se encuentran en la escena del delito, en la víctima y/o en el victimario; aplicando así el principio de intercambio el cual manifiesta que todo paso por el lugar de los hechos deja tras de sí una huella aprovechable.

ISBN: 978-9942-835-40-6

ISBN: 978-9942-835-41-3

Unach
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,
VINCULACIÓN Y POSGRADO

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO
Y PROPIEDAD INTELECTUAL