

# СУДЕБНО- МЕДИЦИНСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛОС

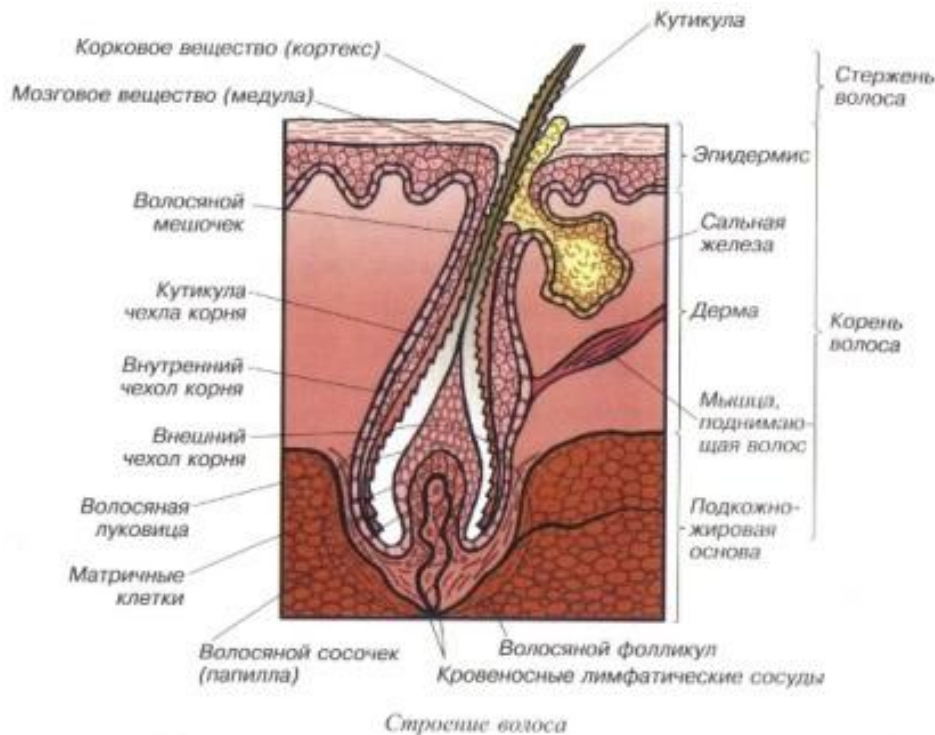




- ❖ 1. *Являются ли представленные для исследования объекты волосами?*
- ❖ 2. *Принадлежат они человеку либо животному?*
- ❖ 3. *Какова их групповая принадлежность?*
- ❖ 4. *Какова их половая принадлежность?*
- ❖ 5. *С какой части тела они происходят?*
- ❖ 6. *Какова природа повреждений (если они есть): механическая, термическая?*
- ❖ 7. *Каков естественный цвет волос?*
- ❖ 8. *Есть ли изменения волос в результате искусственного окрашивания, завивки, гниения?*



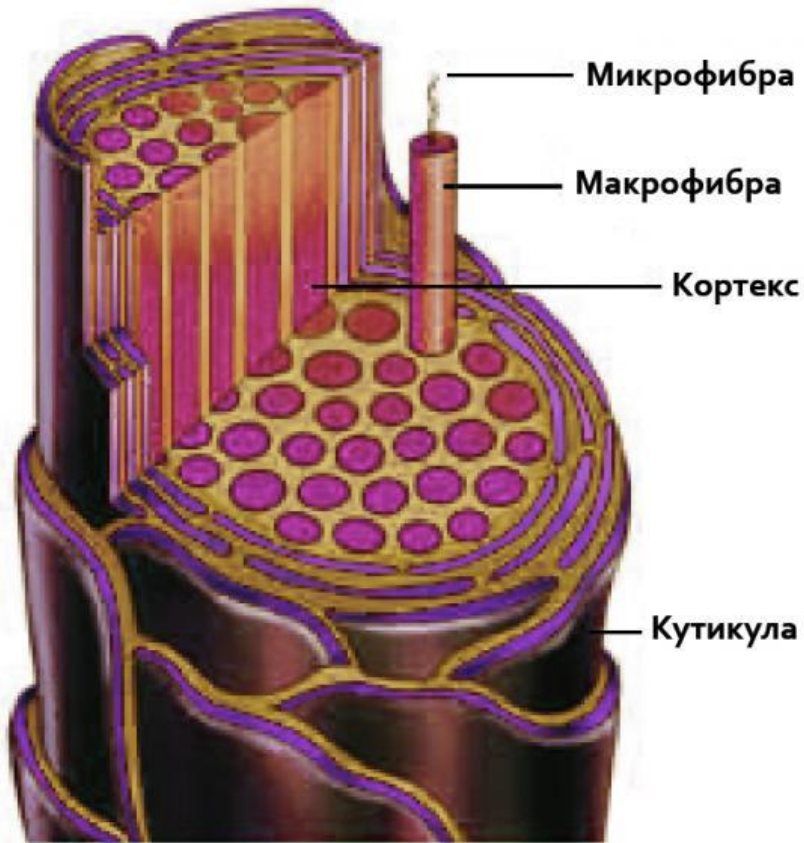
- ❖ Волосы на теле человека присутствуют везде, за исключением ограниченных анатомических областей. Они никогда не встречаются на ладонях, подошвах, тыльных поверхностях ногтевых фаланг, внутреннем листке крайней плоти, клиторе и головке полового члена.
- ❖ Каждый волос имеет общий план строения, в нем различают: корень, заканчивающийся волосяной луковицей, стержень и верхушку.



- ❖ *Корень* – это часть волоса, расположенная в эпидермальном слое в волосяном мешке, под углом к поверхности кожи. Структурная организация волосяного мешка представлена двумя образованиями, имеющими различное происхождение: волосяной сумки и корневых влагалищ.
- ❖ Волосяная сумка образована тремя слоями соединительной ткани и плотно окутывает корень волоса снаружи.
- ❖ Корневое влагалище, являющееся производным кожного эпителия, расположено между корнем и волосяной сумкой и представлено двумя слоями: наружным и внутренним.
- ❖ Наружное корневое влагалище образуется в результате миграции кожного эпидермиса в волосяную луковицу и повторяет его строение.
- ❖ Внутренне корневое влагалище расположено между наружным влагалищем и кутикулой волоса.
- ❖ В нижней части волосяной луковицы со стороны дермы в нее вдается волосяной сосочек, состоящий из соединительной ткани и содержащий сосудисто-нервный пучок, посредством которого осуществляется питание волоса.



## Структура волосяного стержня



- ❖ *Стержень* – это часть волоса, расположенная над поверхностью кожи и на всем протяжении состоящая из трех слоев: наружного – *кутикулы*, среднего – *коркового вещества*, центрального – *мозгового слоя* или *сердцевины*.
- ❖ Кутикулярный слой представлен одним слоем черепицеобразно расположенных ороговевших клеток.
- ❖ Структура коркового вещества отличается наличием клеточных элементов веретенообразной формы, объединенных межклеточным веществом. Корковый слой содержит пигмент меланин, обуславливающий естественный цвет волос.
- ❖ Мозговой слой, или сердцевина волоса, образован клетками в виде тонких пластинок с ядрами и гранулами кератогиалина, расположенными в середине коркового вещества.





- ❖ Поиск волос на месте происшествия производится визуально или с помощью лупы. Обнаружение волос возможно на различных предметах и объектах в зависимости от характера произошедшего события (орудиях преступления, одежде, постельном белье, окружающих предметах).
- ❖ Изъятие обнаруженных волос производится очень аккуратно пальцами или атрауматическим пинцетом, чтобы избежать дополнительных механических повреждений.
- ❖ Как правило, исследуют не только волосы, обнаруженные на месте происшествия, но и образцы волос, взятые у трупов (вырывают) и живых лиц (срезают как можно ближе к поверхности кожи).
- ❖ Изъятие волос производится с теменной, лобной, затылочной, и височных областей головы по 10-20 штук. Образцы волос с различных областей головы упаковываются в отдельные бумажные конверты, на которых делают соответствующие надписи – кем, когда, с какого объекта или части тела изъяты волосы и их количество. Иногда возникает необходимость изъятия волос из других областей (лобка, мошонки, подмышечных впадин, груди, конечностей).



- ❖ Признание исследуемых объектов волосами осуществляется по признакам строения, выявляемых при макро- и микроскопии.
- ❖ При макроскопическом исследовании волос отмечают:
- ❖ – цвет волос (белокурые, светло-русые, русые, темно-русые, черные, седые, рыжие),
- ❖ – форму (прямые, волнистые, дугообразные, курчавые),
- ❖ – длину и другие, видимые невооруженным глазом, особенности.



- ❖ Микроскопическое исследование дает более полную и существенную информацию, необходимую для решения многих экспертных вопросов. Наличие стержневой части, состоящей из сердцевины, коркового слоя и кутикулы, корня, луковицы с клеточными элементами наружного и внутреннего корневых влагалищ не оставляет сомнений по поводу происхождения исследуемых объектов.





- ❖ Производится на основании изучения морфологических особенностей составных элементов волоса. Наиболее существенные и значимые для экспертизы отличия представлены в таблице.
- ❖ Для более точной и достоверной видовой идентификации волос целесообразно воспользоваться методикой определения специфических белков кератинов.



### **Волосы человека**

1. Волосы человека имеют веретенообразную форму: они суживаются по направлению к верхушке и корню.
2. Максимальная толщина человеческого волоса 0,2 мм.
3. На поперечном срезе видны сравнительно мелкие клетки с неправильно округлой формой поперечного сечения, плотно прилегающие друг к другу, почти без межклеточного вещества.
4. Клеточные элементы кутикулы вплотную прилегают друг к другу, и в связи с этим оптический край волоса выглядит ровным, мелкозубчатым.
5. Ширина непокрытой части кутикулярных чешуек превалирует над их длиной.

## **Кутикулярный слой**



### **Волосы животных**

1. Волосы животных иногда имеют форму двойного веретена.
2. Толщина волос животных может превышать 0,2 мм
3. На поперечном срезе заметны крупные веретенообразные клетки с различной формой поперечного сечения – треугольной, четырехугольной, многоугольной, межклеточное вещество хорошо выражено, клетки лежат рыхло.
3. Оптический край волоса отличается неровностью, крупнозубчатостью вследствие того, что свободные концы чешуек кутикулы отстоят друг от друга и от ствола волоса на значительное расстояние. Благодаря такой особенности строения волосы животных пригодны для плетения и вязания.
4. Клетки кутикулы имеют вытянутую по длине форму.



## Корковый слой

### *Волосы человека*

1. Слой, имеющий максимальную толщину и составляющий основную массу волоса.
2. Пигмент, обеспечивающий естественный цвет волоса, располагается в виде мелких зерен, сконцентрированных преимущественно в периферической части коркового слоя – ближе к кутикуле.

### *Волосы животных*

1. Тонкий слой вокруг толстого тяжа сердцевины, составляющей основную массу волоса.
2. Характерно центральное расположение пигмента в виде крупных скоплений вблизи сердцевины.



## Сердцевина

### **Волосы человека**

1. Образующие ее мелкие клеточные элементы плотно прилегают друг к другу и расположены в несколько рядов, вследствие чего сердцевина выглядит гомогенной, бесструктурной.
2. Характеризуется прерывистостью, на отдельных участках может иметь вид отдельных островков, или вообще отсутствовать.
3. Толщина сердцевинки неравномерна на протяжении волоса. Более узкие участки чередуются с более широкими. В целом она занимает не более  $1/5-1/3$  толщины волоса.
4. При гидролитическом расщеплении клеточная структура сохраняется.

### **Волосы животных**

1. Сердцевина волос животных имеет отчетливо выраженное клеточное строение, характерное для различных видов животных.
2. Обычно сердцевина характеризуется непрерывностью по всей длине волоса.
3. Толщина сердцевинки чаще равномерная и составляет не менее  $1/2$  толщины волоса.
4. При гидролизе распадается на отдельные клеточные конгломераты, именуемые дисками сердцевинки.

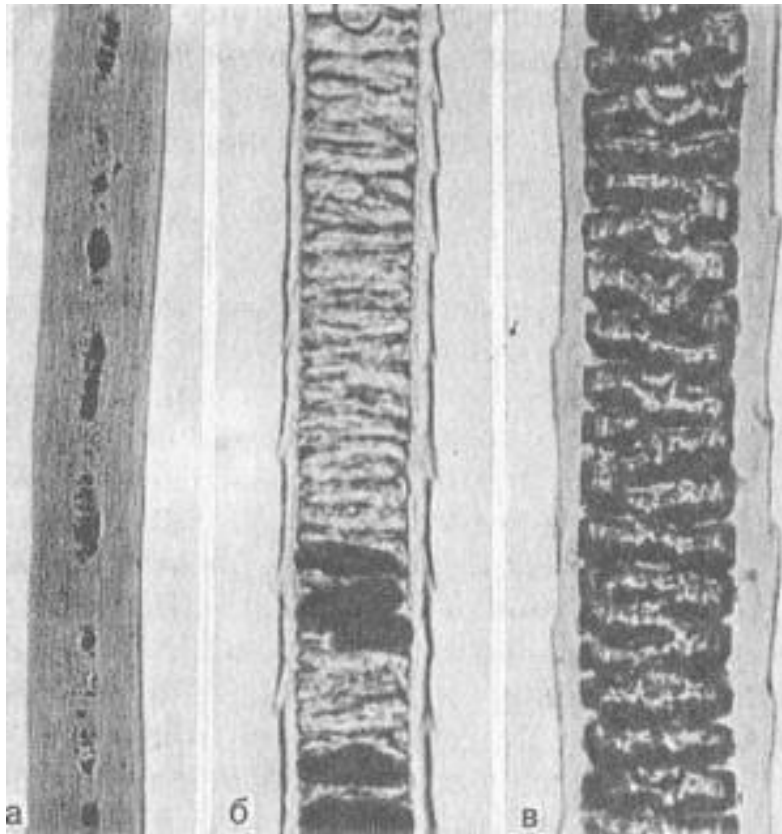


- ❖ Чрезвычайно перспективным в плане дифференцирования волос человека и животных является метод электрофоретического выявления полиморфизма  $\alpha$ -полипептидов (в частности, S-карбоксиметилкератинов) волос человека и различных видов животных. Более того, обнаружена высокая степень полиморфности электрофоретических фракций полипептидов при исследовании волос различных людей, что позволяет решать вопрос об индивидуальной принадлежности волос. Высокая устойчивость S-карбоксиметилкератинов во внешней среде дает возможность определения видовых и групповых характеристик в волосах, отделенных 10 и более лет назад, что особенно важно для экспертной практики.
- ❖ Следует отметить, что волосы человека обладают способностью к люминесценции в ультрафиолетовых лучах, характер которой определяется, прежде всего, естественной окраской волоса, его региональным происхождением. Пол и возраст на характер свечения влияния не оказывают.
- ❖ Цвет неокрашенных волос при их люминесценции варьирует от голубовато-зеленого до зеленого и темно-зеленого. Такое свечение дают светло-русые, русые, темно-русые и черные волосы. Рыжие волосы характеризуются буровато-оранжевой люминесценцией, а седые – голубовато-зеленоватым свечением.
- ❖ Групповая специфичность волос определяется высокочувствительной реакцией абсорбции-элюции, позволяющей работать даже с мелкими фрагментами волоса. Распределение специфических антигенов по длине волоса неравномерно, поэтому для исследования необходимо использовать 3-4 фрагмента одного волоса.

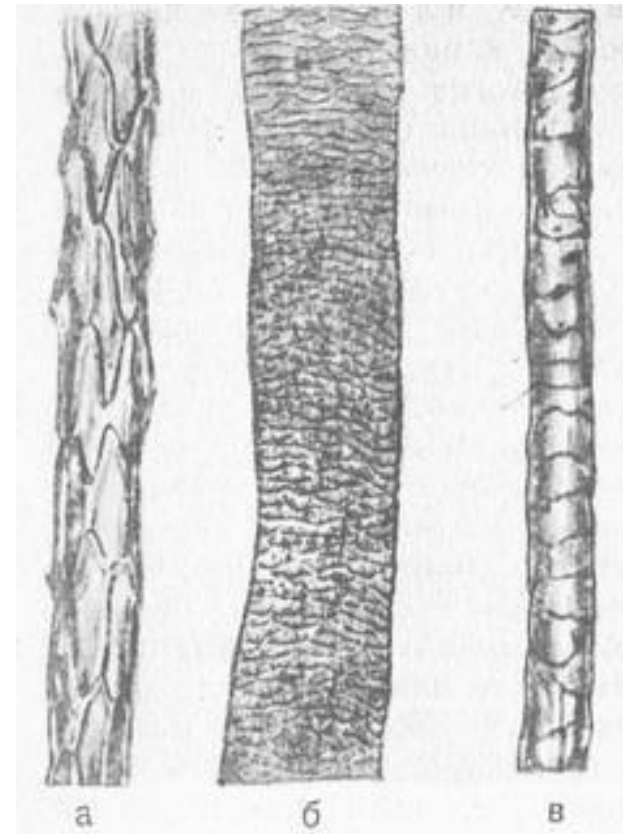




Волосы, а — человека; б — козы; в — крысы.



Кутикулы волос. а — чернобурок лисы; б — овцы меринос; в — североамериканского оленя.

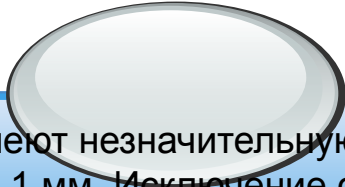




- ❖ Определить половую принадлежность волос возможно лишь в том случае, когда на корневой части волоса сохраняются эпителиальные клеточные элементы корневых влагалищ. При чем клетки внутреннего влагалища практически не пригодны для исследования, так как содержат гранулы трихогиалина, либо находятся в состоянии ороговения. В то же время ядерный аппарат эпителиальных клеток наружного влагалища сохраняется достаточно хорошо, что позволяет с легкостью выявить полоспецифические признаки, в частности X и Y- хроматин.



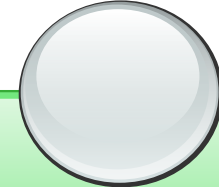
- ❖ На различных участках тела волосы человека отличаются некоторыми структурными особенностями, позволяющими с достаточной степенью достоверности дифференцировать их региональную принадлежность. При этом оцениваются длина, форма, толщина, форма поперечных срезов и ряд других признаков. Ниже приведены краткие характеристики волос из различных анатомических областей



**Волосы головы** имеют незначительную толщину, как правило, не более 0,1 мм. Исключение составляют волосы с головы новорожденных, толщина которых не превышает 0,05 мм. Кроме того, они имеют совершенно ровный оптический край, что объясняется очень компактным расположением клеток кутикулы. С возрастом в результате внешних воздействий (мытья, стрижки) чешуйки кутикулы утрачивают плотный контакт между собой, и край волоса приобретает некоторую зазубренность.

По форме волосы головы прямые, волнистые или курчавые, на поперечном срезе округлые или овальные, отмечается преимущественно периферическое распределение пигмента в корковом слое.

Периферические концы волос новорожденных, не подвергавшиеся стрижке или иным механическим воздействиям, выглядят игловидно истонченными. Волосы после значительных механических воздействий (стрижка, завивка) имеют метлообразно расщепленные концы. Если с момента повреждения или иного механического воздействия прошло достаточно времени, периферические концы волос выглядят закругленными (зашлифованными).



**Волосы бровей, ресниц, ноздрей** имеют дугообразную форму, длину не более 2,5 см, и, как правило, толщину более 0,1 мм. Форма поперечника в виде вытянутого овала или треугольная, сердцевина характеризуется многослойностью (имеет два и более слоев). Периферические концы зашлифованы или иглообразно истончены. Характерно преимущественно центральное расположение пигментных гранул в корковом слое.



**Волосы усов и бороды** по форме дугообразные или с легкой курчавостью, толщиной около 0,15 мм, на поперечном разрезе многоугольные или треугольные, сердцевина многослойная, пигмент располагается преимущественно в центре коркового слоя. Периферические концы чаще зашлифованы, после стрижки метлообразно расщеплены.

**Волосы туловища и конечностей.** Максимальная длина не превышает 8 см. Длинные волосы более или менее курчавые, короткие – дугообразной формы. На поперечном разрезе имеют форму вытянутого овала, концы зашлифованы. Характерно преимущественно периферическое распределение пигмента в корковом слое.

**Волосы подмышечной впадины и лобка** более или менее курчавые, длина не более 8 см, толще 0,1 мм, на поперечном срезе имеют форму вытянутого овала или почкообразную (лобковые). Нередко, вследствие воздействия пота, волосы этих областей имеют рыжеватый оттенок. Кроме того, видны серо-желтые или красноватые узелки по ходу волоса (колонии микробов, расположенных между отслоившимися клетками кутикулы и коркового слоя).





- ❖ Нередко в экспертной практике возникает вопрос о том, как произошла потеря волоса: путем естественного выпадения или волос был вырван из места своего произрастания под влиянием какого-либо механического воздействия. Дифференцирование выпавших и вырванных волос основано на изучении корневой части волоса. Клетки луковицы выпавшего волоса находятся в различной степени ороговения. В целом луковица выглядит сухой, сморщенной со сглаженными краями (волосяная колба). Нижний ее край имеет вытянутую веретенообразную форму, характерно отсутствие вдавления для волосяного сосочка, присущее жизнеспособному волосу.
- ❖ Луковица вырванного волоса характеризуется наличием жизнеспособных клеток влагалищных оболочек, с четко обозначенными границами и сохранившимися ядрами. При вырывании волоса волосяная луковица может сохраниться лишь частично, но если она выявляется целиком, то на ее нижней поверхности отмечается наличие вдавления для волосяного сосочка.



- ❖ Иногда среди вырванных волос встречаются волосы с волосяными колбами, характерными для выпавших волос. Это не отжившие, а отживающие волосы, они вырываются легче, чем отжившие. В отличие от выпавших волос они имеют остатки влагилицных оболочек, окружающие корневую часть волоса.
- ❖ В настоящее время достоверной методикой определения механизма отделения волоса из места произрастания является выявление наличия или отсутствия ДНК и РНК в луковицах волос. В выпавших волосах нуклеиновые кислоты не выявляются, в вырванных обнаруживаются в течение 10-12 дней после извлечения из кожи.
- ❖ Методика исследования предполагает предварительную обработку луковицы волоса акридиновым оранжевым с последующей микроскопией. При этом ДНК в ядрах клеток луковицы и влагилицных оболочек дает ярко-зеленое свечение, а РНК в цитоплазме – красно-оранжевую люминесценцию.



- ❖ Повреждения волос могут возникать в результате различного рода внешних воздействий: механических, термических, химических, огнестрельных. Характер этих повреждений определяется физическими характеристиками травмирующего предмета: формой, упругостью, плотностью, скоростью воздействия, поэтому нередко по особенностям повреждений волос можно установить природу травмирующего агента и механизм нанесения повреждений.
- ❖ Так в случаях воздействия тупых предметов волос раздавливается или вывихивается. В месте непосредственного приложения травмирующей силы он, как правило, метелкообразно расщеплен, расширен. От зоны травматизации в обе стороны отходят продольные трещины. При полном травматическом разделении концы волоса выглядят неровными, размятыми, как бы сплюснутыми.
- ❖ При повреждении тупыми предметами, имеющими грани, зона расщепления волоса имеет конусовидную форму, причем основание конуса обращено к поверхности отделения.
- ❖ Линия разделения волос, оборванных быстрым резким движением, выглядит идеально ровной и располагается строго перпендикулярно длиннику волоса.



- ❖ При разрывах волос медленным движением поверхность отрыва имеет ступенеобразный вид, с одной или несколькими ступеньками.
- ❖ Разорванные волосы в отличие от вырванных и выпавших не содержат фрагментов волосяной луковицы и клеточных элементов корневых влагалищ. Концы разорванных волос не раздавлены и не расщеплены, что отличает их от волос, поврежденных тупыми предметами. Кроме того, некоторые исследователи отмечают способность разорванных волос сокращаться при помещении их в воду.
- ❖ Концы волоса, обрезанного острым режущим орудием, выглядят ровными (при перерезании единичных волос) или мелкобугристыми (при перерезании толстого пучка волос), но линия деления проходит под некоторым углом по отношению к продольной оси волоса.
- ❖ Зоны деления волос выглядят зазубренными при разрезании их ножницами, ножами, машинками для стрижки волос. При этом, в зависимости от степени остроты этих предметов, концы волос могут иметь продольные трещины, поперечные надрезы, быть несколько уплощенными или даже раздавленными.



- ❖ При механической завивке волос происходит отслоение клеточных элементов кутикулы от коркового слоя и при микроскопическом исследовании таких волос определяется своеобразная «лохматость».
- ❖ Действие высокой температуры на волосы проявляется макро- и микроскопическими изменениями. При температуре около  $150^{\circ}\text{C}$  волосы тускнеют, скручиваются, осветляются за счет образования в корковом слое и сердцевине множества пузырьков воздуха. При более высоких температурах волосы рыжеют и обугливаются.
- ❖ При микроскопии обожженных волос отмечается их резко выраженная пневматизация. Корковый и мозговой слои пронизаны большим количеством пузырьков воздуха, различных по величине и форме.
- ❖ Подобные изменения отмечаются также в области электрометок, огнестрельных ран.
- ❖ При выстрелах с близкой дистанции волосы опаляются, изменяют свой цвет и покрываются копотью. Причем копоть не удаляется с помощью мыльного раствора и даже при использовании органических растворителей (спирта, эфира). Данное обстоятельство важно учитывать при исследовании трупов с огнестрельными повреждениями длительное время находившихся в воде. При выстреле в упор в стержневой части волос могут наблюдаться своеобразные дефекты в виде выемок полулунной формы, образующихся в результате повреждающего действия пороховых частиц.





- ❖ Естественная окраска здорового волоса обусловлена наличием в корковом слое пигмента меланина, который может иметь различные оттенки цвета: от светло-соломенного до черного. Распределение гранул меланина по длине волоса обычно более или менее равномерное, но нередко пигмент располагается отдельными скоплениями в той или иной части волоса.
- ❖ Однако меланин не единственный фактор, обеспечивающий цвет волос. Окраска волос в значительной степени зависит также от особенностей строения кутикулы и степени прозрачности ее клеточных элементов. Чем компактнее и тоньше кутикула, тем ровнее поверхность волоса и больше ее светорассеивающая способность. Такой волос выглядит более светлым. Толстая кутикула «экранирует» меланин коркового слоя, препятствуя естественной цветопередаче.
- ❖ Помимо этого, на цвет волос оказывает влияние наличие в корковом слое мелких воздушных пузырьков, обладающих высокой светоотражающей и светопреломляющей способностью. Чем выше пневматизация волоса, тем светлее он кажется. Седина волос определяется отсутствием пигмента и оптическим эффектом отражения световых лучей с поверхности воздушных пузырьков.
- ❖ Искусственная окраска волос легко распознается при микроскопическом исследовании поперечных срезов. Как правило, краситель располагается на поверхности волоса, не проникая вглубь его структуры. Поэтому кутикула выглядит окрашенной (неокрашенная кутикула имеет серый цвет), в то время как другие слои волоса могут иметь собственный цвет, отличающийся от цвета кутикулы. Однако при длительном применении красителя, он проникает вплоть до сердцевины, импрегнируя корковый слой (особенно при окраске хной, басмой). Корневая часть волоса, как правило, не окрашивается и имеет естественный цвет. Кроме того, распределение красителя по поверхности волоса характеризуется неравномерностью и поэтому всегда можно выявить фрагменты, имеющие естественный цвет.



- ❖ Иногда краситель можно удалить с помощью растворов азотной кислоты, формалина. При этом волос приобретает естественную окраску.
- ❖ Немаловажное значение для определения естественного цвета волос имеет люминесцентная микроскопия. В зависимости от природы используемого красителя характер свечения исследуемых волос отличается значительным разнообразием. В связи с неравномерным распределением красителя окрашенные волосы способны давать «пятнистую» люминесценцию, обусловленную различной интенсивностью свечения окрашенных и неокрашенных участков.
- ❖ При изменении естественного цвета волос путем использования перекиси водорода и других восстановителей отличить искусственно обесцвеченный волос от волоса, имеющего естественный светлый цвет, достаточно затруднительно. Для диффдиагностики применяют метод поляризационной микроскопии. Основным отличительный признак обесцвеченных волос – наличие пигмента в корневой части и отсутствие его в периферическом отделе волоса. В седых волосах наоборот, пигмент сконцентрирован в периферической части и отсутствует в корне.
- ❖ В сомнительных случаях может помочь реакция с *диазореактивом*, суть которой сводится к взаимодействию диазобензосульфокислоты с аминокислотой тирозином в составе кератина С, присутствующего в корковом и мозговом слоях волоса. Кутикулярный кератин не содержит тирозина, поэтому, если целостность кутикулы не нарушена, волос остается неокрашенным. При воздействии перекиси водорода активные кислородные радикалы повреждают кутикулу, при этом обнажается корковый слой, способный воспринимать диазореактив, и волос приобретает красное окрашивание.



- ❖ Химический состав красителя, используемого для окраски волос можно определить с помощью эмиссионного спектрального анализа. Применение спектрального исследования также позволяет определить присутствие в волосах некоторых химических веществ (золото, мышьяк), которые аккумулируются в них при длительном взаимодействии. Иногда эти данные бывают полезны для ретроспективного анализа некоторых фактических обстоятельств.
- ❖ Нередко в экспертной практике приходится иметь дело с волосами, подвергшимися той или иной степени загнивания. Ввиду того, что волосы являются довольно плотными роговыми образованиями, практически не содержащими влаги, они способны очень долго противостоять гниению, которое проявляется преимущественно изменением цвета волос.
- ❖ Считается, что изменение первоначальной окраски волос трупов, длительное время находившихся в земле, определяется не только распадом меланина, но и протекающими процессами окисления, выщелачивания и нитрирования. В результате изменяется структура кератина, что в конечном итоге приводит к изменению цвета волос – они приобретают серо-желтую или красно-каштановую окраску, что нередко затрудняет опознание личности при эксгумации.



- ❖ Решение вопроса о принадлежности волос конкретному лицу является первостепенным при расследовании некоторых уголовных дел. Изначально исследуются волосы, изъятые с места происшествия в качестве вещественных доказательств, так называемые волосы-«улики». Для их изучения применяют весь комплекс вышеописанных методик: морфологическое исследование, определение половой и групповой принадлежности и т. д. Результаты исследований заносятся в таблицу, содержащую полученные данные обо всех волосах-«уликах».



- ❖ Затем исследуют волосы, взятые в качестве образцов от конкретного человека. При этом обычно изучают волосы, сходные по групповой характеристике с волосами-«уликами». Нецелесообразно подвергать исследованию волосы-образцы, не сходные по групповой принадлежности с волосами, изъятыми с места происшествия.
- ❖ На основании проведенных сравнительных исследований делают вывод о сходстве либо различии волос, изъятых с места происшествия и волос, взятых у конкретного лица (подозреваемого или потерпевшего).
- ❖ В настоящее время первостепенное значение в решении идентификационной задачи имеет генотипический метод исследования ДНК с использованием ПЦР.





**Thank You !**