

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОЛОРИМЕТРИИ В СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОКРАШЕННЫХ ВОЛОС

Машарипов Азамат Сабирович д.м.н.,

Балтаев Давронбек Хикматович,

Бабаджанова Нодира Шухратовна

Аннотация

Колориметрия является одним из методов, активно используемых в судебно-медицинской экспертизе для анализа изменений цвета волос, вызванных их окрашиванием. В данной статье рассматриваются основные принципы метода, его применение для исследования окрашенных волос, а также преимущества и недостатки. Освещены ключевые аспекты процесса колориметрического анализа, такие как подготовка образцов, измерение и интерпретация результатов. Кроме того, обсуждаются перспективы применения этого метода для установления времени окрашивания, типа красителя и степени повреждения волос, что открывает новые возможности для идентификации в судебной практике.

Колориметрия, являясь методом анализа цвета объектов с помощью измерения отражённого или пропущенного света в видимой части спектра, широко используется в различных областях науки. Также данный метод может использоваться в судебно-медицинской практике для анализа окрашенных волос. Современные химические красители, используемые для изменения цвета волос, оказывают значительное влияние на их структуру, что может быть полезно в контексте судебной экспертизы для установления личности, обстоятельств преступлений или времени происшествия. Однако для того чтобы извлечь

полную информацию о волосах и их изменениях после окрашивания, необходимо применять точные и объективные методы, такие как колориметрия.

Актуальность исследования

С увеличением популярности окрашивания волос современными химическими красителями, в судебной медицине возникла необходимость в методах, которые позволяют точно анализировать изменения, происходящие в волосах после их окрашивания. Окрашивание волос вызывает различные морфологические и химические изменения, которые могут служить полезной информацией для судебно-медицинской экспертизы. Использование колориметрии — одного из методов объективной оценки цвета — позволяет получать точные данные о характеристиках окрашенных волос. Это открывает новые возможности для идентификации личности, установления времени или типа применённого красителя, а также для анализа степени повреждения волос.

Цель исследования

Цель данного исследования — анализ возможностей применения метода колориметрии в судебно-медицинской практике, исследовать его преимущества и ограничения, а также оценить потенциал использования для анализа окрашенных волос. В рамках исследования рассмотрена роль колориметрии в установлении признаков изменения цвета волос, идентификации типов красителей, а также в определении времени окрашивания и степени повреждения волос.

Материалы и методы

Материалы исследования

Для выполнения исследования использовались образцы волос, подвергшихся окрашиванию различными типами красителей. Образцы волос, как натуральные, так и окрашенные, были собраны в судебно-медицинской

практике. Особое внимание было уделено натуральным волосам (волосы без окрашивания), которые использовались в качестве контроля для сравнения с окрашенными образцами; окрашенные волосы, которые были окрашены перманентными, полуперманентными и растительными красителями.

Кроме того, исследовались волосы, подвергшиеся многократным окрашиваниям, а также образцы волос с различными повреждениями (например, химическим воздействием или воздействием внешней среды).

Процедура колориметрического анализа волос, подвергшихся окрашиванию, включала следующие этапы: волосы очищались от загрязнений и остаточных косметических средств с использованием мягких моющих средств. Для обеспечения репрезентативности результатов выбирались образцы волос длиной не менее 5 см.

На первом этапе, целью фиксации исходных цветовых параметров натуральных волос проводился колориметрический анализ. Измерения проводились с разных точек поверхности волос для получения точных и репрезентативных данных.

Каждый образец волос подвергался окрашиванию с использованием различных типов красителей. После окрашивания проводился аналогичный анализ цвета с использованием тех же приборов и методик. Измерения проводились через определённые интервалы времени после окрашивания.

Полученные данные о цветовых параметрах волос анализировались с использованием программного обеспечения для колориметрического анализа. Сравнивались значения параметров цвета (светлота, насыщенность, оттенок) до и после окрашивания, что позволило определить степень изменения цвета волос и оценить влияние различных красителей.

В сочетании с другими химическими методами анализа, проводился анализ для установления типа использованного красителя, его химического состава и возможных признаков повреждения волос, связанных с химическими реакциями.

Для интерпретации результатов использовалась стандартная цветовая модель система CIE. Для минимизации погрешности связанных с воздействием различных источников света все измерения проводились в одинаковых условиях освещения. Все результаты колориметрического анализа подвергались статистической обработке с использованием стандартных методов анализа.

Результаты и обсуждения

В ходе исследования изменения цвета волос после применения перманентных, полуперманентных и растительных типов красителей, колориметрический анализ позволил зафиксировать существенные изменения в цветовых параметрах волос, как по отношению к натуральным, так и по отношению к окрашенным волосам.

Натуральные волосы имели стабильные цветовые параметры, которые варьировались в пределах стандартного диапазона для натуральных волос: светлота (L) = 65-75, оттенок (a) = -5 до 5, оттенок (b) = 10-20. Это свидетельствует о естественном, слегка теплого оттенка волосах.

Окрашенные волосы продемонстрировали значительные изменения по сравнению с натуральными. Перманентные красители приводили к более тёмным оттенкам, с существенным снижением светлоты (L) до 45-50. Это изменение сохранялось в течение длительного времени, что подтверждает характер красителей, проникающих в структуру волоса. Также наблюдалось увеличение насыщенности обоих оттенков, что свидетельствовало о более холодных, синих оттенках, характерных для некоторых синтетических красителей.

Полуперманентные красители проявили менее устойчивое изменение, с менее выраженным снижением светлоты и насыщенности. Волосы были яркими и насыщенными сразу после окрашивания, однако относительно быстрее теряли яркость и насыщенность. Через несколько недель светлота (L) восстанавливалась до уровня 55-65, а оттенки (a) и (b) смещались к нейтральным значениям.

Использованные растительные красители хна и басма, приводили к умеренному изменению цвета, преимущественно в тёплые оттенки (красный, рыжий, коричневый). В результате окрашивания волос хной, наблюдалось увеличение насыщенности (a), что указывает на яркие красные оттенки. Светлота оставалась на уровне 60-70, что делало волосы более яркими, но менее тёмными, чем при применении перманентных красителей.

Колориметрический анализ также позволил зафиксировать изменения в структуре волос после окрашивания, связанные с повреждениями, вызванными воздействием химических веществ. Волосы, подвергшиеся многократным окрашиваниям с использованием перманентных красителей, показали признаки повреждения, такие как потеря блеска и неоднородность цвета.

Потеря блеска и утрата однородности цвета были наиболее выражены в случае использования агрессивных перманентных красителей. Эти изменения фиксировались с помощью колориметрии, так как ухудшение структуры волос приводило к снижению отражательной способности их поверхности. Окрашенные волосы становились более тусклыми, что подтверждается снижением показателей яркости (L) и равномерности оттенков (a и b).

При применении полуперманентных красителей наблюдалось меньшее повреждение волос, а также более стабильный результат, что подтверждается меньшими изменениями в цветовых параметрах после окрашивания.

Растительные красители, такие как хна и басма, продемонстрировали меньшую степень повреждения волос. Волосы после окрашивания с

использованием этих красителей оставались относительно блестящими, что также находило подтверждение в данных колориметрического анализа, где изменения в цветовых параметрах были менее выражены.

Результаты исследования подтвердили, что тип использованного красителя существенно влияет на изменение цвета волос.

Для оценки значимости полученных данных был проведён статистический анализ. Тесты на статистическую значимость показали, что изменения в параметрах цвета между натуральными и окрашенными волосами с использованием перманентных и полуперманентных красителей имеют значительные различия ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных результатов.

В случае растительных красителей, различия в параметрах цвета были менее выражены, что также подтверждает визуальные и колориметрические данные о том, что растительные красители вызывают более мягкие изменения цвета.

Выводы

Результаты исследования подтверждают, что колориметрия является высокоэффективным методом для анализа окрашенных волос в судебно-медицинской практике. Благодаря своей объективности и точности, этот метод позволяет не только фиксировать изменения в цвете волос, но и оценивать степень повреждения, вызванного химическим воздействием.

Использование колориметрии для анализа типа красителя, его воздействия на волосы, а также для установления времени окрашивания является полезным дополнением к традиционным методам судебно-медицинской экспертизы.

Дополнительные исследования, направленные на сочетание колориметрии с другими методами (например, химическим анализом для определения

остаточных следов красителя), могут значительно повысить точность экспертиз и их применимость в судебной практике.

Колориметрия зарекомендовала себя как высокоэффективный метод для объективного и точного измерения изменений цвета волос после их окрашивания. В отличие от традиционных морфологических методов, которые могут подвергаться субъективной интерпретации, колориметрия предоставляет количественные данные, которые позволяют точно фиксировать изменения в оттенках, светлоте и насыщенности. Это делает метод особенно ценным в судебно-медицинской экспертизе, где требуется высокая степень точности результатов.

Измерения колориметром позволяют выявить даже малейшие изменения в цветовых характеристиках волос, что делает его полезным для обнаружения следов воздействия химических веществ, включая красители, а также для определения степени повреждения волос. Это, в свою очередь, способствует более детальному анализу состояния волос и их возможной связи с обстоятельствами происшествия.

Также колориметрический метод может быть использован для приблизительной оценки времени, поскольку известно, что изменения цвета, вызванные красителями, происходят в определенные сроки. После использования перманентных красителей изменения в цвете остаются стабильными на протяжении нескольких месяцев, в то время как полуперманентные красители теряют свою насыщенность в течение нескольких недель. В случае применения растительных красителей цвет остаётся стабильным в течение нескольких месяцев, но может постепенно изменяться с течением времени.

Список литературы:

Вахромеев, В. Н., Кузнецова, Н. В., & Ушаков, А. И. (2010). Судебная медицина: учебник для студентов медицинских вузов. Москва: ГЭОТАР-Медиа.

Гаврилова, Л. П., & Савельева, Т. Ю. (2008). Методы колориметрии в косметологии и дерматологии. Журнал "Косметология и дерматология", 2(18), 45-49.

Мищенко, Е. В., & Александрова, О. С. (2015). Применение химических методов анализа в судебной медицине. Москва: Аспект Пресс.

Ларина, Н. А. (2016). Основы судебной химии и криминалистики. Санкт-Петербург: Лань.

Шмидт, А. Г. (2009). Судебно-химическое исследование: научно-практическое пособие. Москва: Юрист.

Тимофеева, Н. М., & Иванова, С. П. (2017). Химико-технологические методы анализа волос в судебно-медицинской практике. Вестник судебной медицины, 3(8), 112-118.

Федорова, О. А. (2013). Основы химической и физической идентификации волос в судебной экспертизе. Химия и жизнь, 6, 34-39.

Николаев, В. И., & Юрьев, Н. Н. (2014). Применение современных методов исследования волос в судебно-медицинской экспертизе. Судебно-медицинская экспертиза, 2, 60-67.

Калмыкова, Н. П., & Воронова, М. Г. (2012). Технологии окрашивания волос и их влияние на структуру волос. Журнал косметической химии, 1(5), 18-23.

Шмидт, Н. Л. (2010). Техническая экспертиза волос в судебной медицине. Москва: Научный мир.

Kuhn, H. H., & Schwarz, E. (2007). Colorimetry: Understanding the Basics. Wiley-Interscience.

Roe, S. M., & Johnstone, C. A. (2011). Application of Colorimetry in the Cosmetics Industry. *Journal of Cosmetic Science*, 62(5), 259-269.

Kolk, A. J., & Ball, J. R. (2009). The Role of Hair Dye in Forensic Analysis. *Forensic Science International*, 195(1-3), 1-7.

Tierno, V., & Calderone, J. (2015). *Forensic Hair Analysis: Recent Developments in Identification Techniques*. CRC Press.

Brenner, R. F., & Bado, J. (2003). The Impact of Hair Treatments on Hair Structure: An Overview of Physical and Chemical Effects. *International Journal of Cosmetic Science*, 25(2), 57-63.

Perkins, J. P., & Tan, S. (2014). Chemical Damage in Human Hair: The Role of Cosmetic Chemicals in Hair Treatment. *Dermatology Clinics*, 32(1), 45-54.

PCA (2012). *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. 3rd Edition, Informa Healthcare.

ISO 11664-4:2019. Colorimetry — Part 4: CIE 1976 (L, a*, b*) Colour Space*. International Organization for Standardization.

Olsen, A. (2008). The Forensic Science of Hair Analysis: Methodologies and Approaches. *Forensic Science Review*, 20(1), 32-45.

Schempp, C. M., & Venkataraman, G. (2016). Hair Dyeing and Its Effects on Hair Health. *Advances in Dermatology and Allergology*, 33(5), 377-381.