

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ УШКОДЖЕНЬ БІОТКАНИН НА ОСНОВІ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

¹ Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова

² Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського

³ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Робота присвячена розв'язанню актуальної задачі підвищення достовірності встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень м'яких тканин людини тупими предметами відповідно до задач судової медицини з урахуванням їх оптико-фізичних параметрів за допомогою вдосконаленого методу колориметрії та розроблення відповідного апаратно-програмного засобу. У роботі проаналізовані існуючі методи та засоби дослідження нормальних та патологічних біотканин, виявлено їх недоліки, а також обґрунтована необхідність вдосконалення колориметричних методів. Розроблена емпірична математична модель дозволила визначити залежності координат кольору поверхневого пошкодження при зміні давності виникнення травми тупим предметом. При цьому складені правила встановлення інтервалу давності пошкодження на основі відносних розмірів зон різного кольору поверхневих пошкоджень, що характерні для певного інтервалу. Вдосконалено метод та розроблено апаратно-програмний засіб встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень м'яких тканин людини тупими предметами, що дозволило підвищити достовірність встановлення давності виникнення поверхневих пошкоджень до 0,93 у порівнянні з відомими методами.

Ключові слова: цифрова колориметрія, координати кольору, біотканини, судово-медична експертиза, поверхневе пошкодження, давність пошкодження.

Abstract

The work is devoted to solving the urgent problem of increasing the reliability of establishing the statute of limitations for superficial damage to human soft tissues by blunt objects in accordance with the tasks of forensic medicine, taking into account their optical and physical parameters using advanced colorimetry and software development. The existing methods and means of research of normal and pathological biotissues are analyzed in the work, their shortcomings are revealed, and also the necessity of improvement of colorimetric methods is substantiated. The developed empirical mathematical model allowed to determine the dependences of the color coordinates of the surface damage when changing the age of injury to a blunt object. Thus rules of establishment of an interval of prescription of damage on the basis of the relative sizes of zones of various color of superficial damages which are characteristic of a certain interval are made. The method was improved and the hardware and software tool for determining the age of superficial damage to human soft tissues by blunt objects was developed, which allowed to increase the reliability of establishing the age of superficial damage to 0.93 in comparison with known methods.

Keywords: digital colorimetry, color coordinates, biological tissue, forensic examination, superficial damage, age of injury.

Вступ

Для засобів діагностування поверхневих пошкоджень біотканин у судовій медицині важливими є можливість оперативного визначення та документальної фіксації ступеня ушкодження, а також аналіз його особливих ознак. Вимірювання оптичних параметрів біотканин дає можливість отримати об'єктивну інформацію про просторовий розподіл у ній різних біологічних хромофорів шкіри та її структуру, що можливо використовувати для діагностики різного типу патологій для задач судової медицини. Для підвищення точності діагностування стану біотканин та зменшення похибок визначення їх параметрів необхідно вдосконалювати оптичні методи, що дозволяють досліджувати оптичні характеристики пошкоджених біотканин – спектр коефіцієнту дифузного відбивання, колір ушкоджених ділянок, флуоресценцію біотканин в ультрафіолетовому світлі тощо. На основі результатів опрацювання оптичних характеристик біотканин та геометричних параметрів ушкодженої ділянки можливо діагностувати ступінь ушкодження біотканини та визначити інші параметри (давність, прижитте-

вість), що необхідні для конкретної прикладної задачі. Для судової медицини *in vivo* важливим є можливість проведення швидких неінвазивних досліджень, оскільки їх результати необхідні для створення доказової бази злочину та можуть бути використані для пошуку злочинців у криміналістиці. Стан поверхневих патологій біотканин суттєво впливає на їх колір, а тому аналіз та класифікація поверхневих патологій біотканин за кольором особливо актуальні для судово-медичної діагностики. Вирішуючи зворотну оптичну задачу можливо визначити біофізичні характеристики поверхневих патологій за кольором.

Результати дослідження

Розвиток судової медицини в епоху сучасних інформаційних технологій вимагає пошуку найбільш інформативних, раціональних та доступних методів діагностики, зокрема при визначенні давності виникнення ушкоджень. Метою роботи було проаналізувати можливості судово-медичної діагностики давності виникнення синців на основі обробки біометричних зображень. Дослідження проведено на 18 піддослідних спортсменах, які після гри Paint-ball, отримали 43 синці внаслідок попадання в них кульки із фарбою. Результати ушкодження фіксувалися за допомогою цифрової камери та лінійки кольорів у відповідності з розробленою методикою [1]. Цифрове зображення ушкодження оброблялося у графічному редакторі Photoshop CS5. На підставі цього визначався тип забарвлення синця. Крім типу забарвлення синця визначались його локалізація, розміри, наявність набряку шкіри, вік та стать. Математичний аналіз проводився за моделлю Кокса та ординальною логіт-моделлю з використанням комп'ютерної програми STATISTICA 12, а також додаткових програм на мові R з використанням бібліотека Survival та процедури Coxph.

Судово-медична діагностика механічних ушкоджень вимагає ретроспективного прогнозування давності їх виникнення. Метою роботи було визначення можливості ретроспективного визначення в експерименті часу виникнення синців на основі обробки біометричних зображень. Дослідження було проведено на піддослідних спортсменах, які в ході занять спортивними вправами та гри Paint-ball, отримували синці. Після обробки біомедичних зображень, отриманих за допомогою цифрового фотоапарату та лінійки кольорів здійснювалось сегментування зображень за кольором та визначення типів зображення. Отримані результати були сформовані у базу даних, у яку також було поміщено інформацію про локалізацію ушкоджень, розміри синців, наявність чи відсутність набряку шкіри, вік та стать. Використана у наукових дослідженнях база даних не містить персональних даних пацієнтів. Дослідження синців отриманих спортсменами проводиться в умовах *in vivo*. Для обробки результатів досліджень використана експертна система на основі нейромережі, нечіткої логіки та регресійних рівнянь [2]. Далі, для ретроспективного прогнозування були використані моделі – XGB, AdaBoostClassifier, RandomForest, LinearSVC, LogisticRegression, BaggingClassifier, LGBMClassifier. Весь посттравматичний період програмою був поділений на 10 інтервалів (класів).

Висновки

Проведений аналіз показав, що для встановлення давності виникнення синця найбільш інформативним критерієм є тип його забарвлення. На точність діагностики також впливають такі фактори, як локалізація, площа синця, наявність набряку шкіри, стать. Відмінності за віком були відсутні в зв'язку з тим, що спортсмени відносяться до одної вікової групи 20-27 років. Необхідно проведення подальших досліджень на піддослідних з інших вікових груп.

Проведений аналіз показав, що є можливим робити ретроспективне прогнозування давності виникнення синця за вказаними вище критеріями з точністю 75-77% та відносною похибкою на рівні 30%, що можна використовувати для оціночних суджень і для додаткової автоматичної верифікації даних зменшивши кількість класів та сформувавши більш досконалі фільтри аномальних даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Метод визначення і реєстрації кольору та розмірів ушкоджень в судово-медичній практиці. Методичні рекомендації №176.14/392.15. / О. І. Моканюк, А. О. Гаврилюк, О. Є. Кватернюк [та ін.] – К.: Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи МОЗ України. – 2015. – 26 с.
2. Assessment of the validity of the diagnosis of damage of tissues by multispectral method using neural network / V. Petruk, S. Kvaternyuk, O. Kvaternyuk, O. Mokanyuk [et al.] // Przegląd elektrotechniczny. – 2017. - Vol. 93. – № 5. – С. 106-109.

Моканюк Олександр Іванович – к.м.н., доцент, Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, Вінниця.

Кватернюк Олена Євгенівна – к.т.н., старший викладач, Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського, Вінниця.

Кватернюк Сергій Михайлович – д.т.н., професор, професор кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com.

Mokanyuk Alexander Ivanovich — Ph.D., Associate Professor, National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia.

Kvaterniuk Olena Yevhenivna — Ph.D., senior lecturer, Vinnytsia State Pedagogical University. M. Kotsyubynsky, Vinnytsia.

Kvaterniuk Serhii M. — D.Sc., Professor, Professor of Ecology and Environmental Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com.