

DOI: 10.26693/jmbs06.03.238

УДК 616.31-089:617.523/.524-001.5-07-08-035

Худик А. К.¹, Кочина М. Л.², Фірсов О. Г.³

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЛІКАРЕМ ЩОДО ВИБОРУ МЕТОДУ ЛІКУВАННЯ ПЕРЕЛОМІВ СЕРЕДНЬОЇ ЗОНИ ОБЛИЧЧЯ

¹Харківський національний медичний університет, Україна

²Чорноморський національний університет ім. Петра Могили, Миколаїв, Україна

³ТОВ «АСТЕР-АЙТІ», Харків, Україна

Мета роботи: розроблення системи підтримки прийняття рішень лікарем щодо вибору метода лікування переломів середньої зони обличчя.

Матеріал та методи. У дослідження включено результати обстеження та лікування 112 хворих з переломами середньої зони обличчя, які знаходилися на стаціонарному лікуванні у відділенні хірургії голови та шиї комунального некомерційного підприємства Харківської обласної ради «Обласна клінічна лікарня» м. Харків.

Усім хворим при госпіталізації виконувалося обстеження відповідно локального протоколу. Діагноз встановлювався за результатами клінічного огляду пацієнтів та конусно-пучкової комп'ютерної томографії або мультиспіральної комп'ютерної томографії. Для визначення стану пацієнтів, а також оцінювання функціонального та косметичного ефектів в процесі лікування було використано візуально-аналогову шкалу; при госпіталізації було використано модифіковану нами візуально-аналогову шкалу, яка містить бальну оцінку стану хворого за 12-тю ознаками травми.

Для розроблення моделей прогнозу результатів лікування переломів середньої зони обличчя, з застосуванням різних методів, використовувалася нечітка логіка.

Результати. Для прогнозування зміщення відламків кісток, яке залишиться після операції, використано такі показники та ознаки: характер перелому, наявність парестезії в підочній ділянці, наявність гемосинусу; метод лікування; показник за модифікованою візуально-аналоговою шкалою. Для прогнозування показника за візуально-аналоговою шкалою через добу після операції використано такі показники та ознаки: характер перелому, наявність парестезії в підочній ділянці, наявність гемосинусу; метод лікування, кількість пластин у

випадку металоостеосинтезу, показник за візуально-аналоговою шкалою до операції. Для прогнозування показників за візуально-аналоговою шкалою у наступні терміни спостереження до вхідних показників моделі додаються значення показників за цією шкалою у попередні терміни.

Висновки. Розроблені моделі прогнозу функціонального та косметичного результатів лікування в результаті випробування з використанням показників 112 хворих з переломами середньої зони обличчя показали загальну точність 91,6%, чутливість – 95%, специфічність – 96,4%.

Ключові слова: переломи середньої зони обличчя, методи лікування, моделі прогнозу, нечітка логіка, система підтримки прийняття рішень лікарем.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Стаття є фрагментом НДР кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Харківського національного медичного університету «Оптимізація методів діагностики та лікування основних стоматологічних захворювань», № державної реєстрації 0119U002899.

Вступ. Переломи середньої зони обличчя є серйозною проблемою щелепно-лицевої травматології [1-4], що пов'язане з постійним зростанням кількості травм кісток лицевого черепа, збільшенням ступеня їх тяжкості, а також кількості посттравматичних ускладнень. Зростання кількості травм кісток обличчя зумовлене зростанням злочинності, алкоголізму, розповсюдженням зброї серед населення, збільшенням кількості дорожньо-транспортних пригод, а також травм, отриманих в зоні бойових дій [3, 5-10].

Незважаючи на актуальність проблеми лікування переломів кісток обличчя та підвищений

інтерес до неї, а також велику кількість розроблених методик [3, 11], до теперішнього часу відсутні чіткі критерії вибору оптимального методу лікування та оцінювання його ефективності [12, 13, 14].

Вибір методу лікування переломів середньої зони обличчя залежить від технічних можливостей та навичок хірурга, матеріального становища пацієнта, особливостей травми (кількості переломів кісток, їх локалізації). Труднощі лікування та ускладнення, які виникають при цьому, пов'язані з анатомо-топографічною складністю середньої зони обличчя, при травмуванні якої виникають найрізноманітніші варіанти взаємин кісткових фрагментів (осколків) [15].

Найбільш сучасними методами лікування переломів є методи, засновані на накістковому металоостеосинтезі з використанням індивідуальних 3-D модельованих міні-сіток [16, 17, 18]. Маючи значні переваги, ця технологія потребує спеціального оснащення для виготовлення міні-сіток, а також певних матеріальних витрат хворого. Це призводить до використання інших методів репозиції відламків кісток та їх фіксації, або виконання втручань без фіксації, які у багатьох випадках дозволяють отримати сприятливі результати.

Сучасним підходом до вибору ефективного індивідуалізованого методу лікування переломів середньої зони можуть стати методи, обрані на основі попереднього прогнозування їх результатів, що може бути здійснено шляхом використання відповідних моделей прогнозу. На основі моделей прогнозу можуть бути створені системи підтримки прийняття рішень (СППР) [19, 20] лікарем щодо вибору методу лікування, використання якого дозволить отримати найкращий результат лікування переломів середньої зони обличчя.

Таким чином, зростаюча кількість травм середньої зони обличчя, збільшення ступеня їх тяжкості, а також кількості посттравматичних ускладнень визначають актуальність розроблення індивідуалізованих підходів до лікування на основі прогнозування їх ефективності.

Мета роботи – розроблення системи підтримки прийняття рішень лікарем щодо вибору методу лікування переломів середньої зони обличчя.

Матеріал та методи дослідження. У дослідження включено результати обстеження та лікування 112 хворих з переломами середньої зони обличчя, які знаходилися на стаціонарному лікуванні у відділенні хірургії голови та шиї КНП ХОР «Обласна клінічна лікарня» м. Харків, у період з 1 січня 2018 року по 12 грудня 2020 року.

Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією

(1964-2013 рр.), ICH GCP (1996 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Всі учасники були інформовані щодо цілей, організації, методів дослідження та підписали інформовану згоду щодо участі у ньому, і вжиті всі заходи для забезпечення анонімності пацієнтів.

Усім хворим при госпіталізації виконувалося обстеження відповідно локальному протоколу (клінічні аналізи крові та сечі, аналіз крові на вірус гепатити (В, С) та сифіліс (RW)), за необхідності проводилися консультації суміжних спеціалістів та інструментальні обстеження (електрокардіографія, флюорографія ОГК). Діагноз встановлювався за результатами конусно-пучкової комп'ютера томографія (КПКТ), або мультиспіральної комп'ютерної томографії (МСКТ).

У всіх хворих визначалися наявність парестезії у підочній ділянці та наявність і ступень гемосинусу.

Для визначення початкового стану, а також оцінювання функціонального та косметичного ефектів в процесі лікування (1-ша, 3-тя, 5-та та 7-ма доба) було використано візуально-аналогову шкалу (ВАШ) [21, 22], при госпіталізації було використано модифіковану нами візуально-аналогову шкалу ВАШ-М, яка містить бальну оцінку стану хворого за 12-тю ознаками травми. До цих ознак відносяться:

1. Інтенсивність болю (від 0 до 10 балів, де 0 балів – відсутність болю, 1 бал – слабкий біль, 5 балів – помірний біль, 10 балів – нестерпний біль).
2. Стан носового дихання на стороні пошкодження (від 0 до 3 балів, де 0 балів – носове дихання не порушене, 1 бал - незначне порушення дихання, 2 бали - значне порушення дихання; 3 бали - повна відсутність дихання).
3. Наявність та ступень носової кровотечі на стороні пошкодження (від 0 до 4 балів, де 0 балів – відсутня, 1 бал - відмічає в анамнезі носову кровотечу, 2 бали - відмічає в анамнезі носову кровотечу з підтвердженням гемосинусом; 3 бали - носова кровотеча на момент огляду; 4 бали - носова кровотеча на момент огляду з підтвердженням гемосинусом).
4. Порушення чутливості (від 0 до 9 балів, де 0 балів чутливість не порушена, 3 бали - одна анатомічна ділянка, 6 балів - дві анатомічні ділянки; 9 балів - три анатомічні ділянки та більше).
5. Наявність та ступень набряку (від 0 до 3 балів, де 0 балів – набряк відсутній, 1 бал – набряк однієї анатомічної ділянки; 2 бали – дві анатомічні ділянки; 3 бали – три анатомічні ділянки та більше).

6. Наявність та розповсюдженість підшкірної емфіземи (від 0 до 3 балів, де 0 балів – емфізема відсутня; 1 бал – емфізема однієї анатомічної ділянки; 2 бали – дві анатомічні ділянки; 3 бали – три анатомічні ділянки та більше).
7. Наявність та розповсюдженість гематоми м'яких тканин (від 0 до 3 балів, де 0 балів – гематома відсутня; 1 бал – гематома однієї анатомічної ділянки; 2 бали – дві анатомічні ділянки; 3 бали – три анатомічні ділянки та більше).
8. Наявність та ступень гемосинусу верхньощелепної пазухи – від 0 до 9 балів, де 0 балів – гемосинус відсутній; 3 бали – гемосинус 1/3 пазухи; 6 балів – гемосинус 2/3 балів; 9 балів – тотальний гемосинус).
9. Обмеження відкривання рота (від 0 до 10 балів, де 0 балів – обмеження відкривання роти відсутнє; 5 балів – травматична (больова) контрактура; 10 балів – обмежене за рахунок зміщення).
10. Симптом «сходінки» (у тому числі - порушення прикусу) (від 0 до 10 балів, де 0 балів – симптом сходінки та/або порушення прикусу відсутні; 10 балів – відмічається позитивний симптом «сходінки» та/ або порушення прикусу).
11. Порушення зору на стороні пошкодження (від 0 до 10 балів; де 0 балів – порушення зору відсутнє, 5 балів – зворотне порушення зору; 10 балів – незворотне порушення зору).
12. Величина зміщення уламків (за даними КТ) (від 2 до 10 балів, де 2 бали – перелом без зміщення уламків (до 1 мм), 4 бали – мінімальне зміщення (від 1,1 мм до 3 мм); 6 балів – середнє зміщення (від 3,1 до 6 мм); 8 балів – значне зміщення (від 6,1 мм до 9 мм); 10 балів – дуже велике зміщення (більше 9,1 мм)).

Більш клінічно значимі показники мають більший розподіл за бальною шкалою (від 0 до 10 балів), менш значимі - менший розподіл за бальною шкалою (від 0 до 4 балів). Більш високі бали за ВАШ-М відповідають більш важкому стану пацієнта.

Для розроблення моделей прогнозу результатів лікування переломів середньої зони обличчя з застосуванням різних методів використовувалася система комп'ютерної алгебри Scilab і додатковий пакет sciFLT, який реалізує методи нечіткою логіки в Scilab [23, 24]. Розроблені нечіткі моделі в Scilab-sciFLT є текстовими файлами з формалізованим описом типу системи нечіткого виведення, матриць з коефіцієнтами функцій приналежності і висновків, а також набору нечітких правил.

Для практичного використання СППР розроблено графічний додаток для операційної системи Windows, в якій інтегрована машина нечіткого виведення Сугено з моделями та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, робота з яким не потребує додаткового навчання персоналу. Додаток розроблений з використанням мови програмування C# і програмної платформи Microsoft .NET Framework. Машина нечіткого логічного виведення програмно реалізована з використанням вільно поширюваної програмної бібліотеки Fuzzy Logic Library for Microsoft .Net(fuzzynet) [25, 26].

Результати дослідження. Для розроблення моделей прогнозу перебігу та результату лікування переломів середньої зони обличчя було використано показники 84 хворих, для перевірки – 28 хворих.

Першим етапом розроблення СППР лікарем щодо індивідуалізованого вибору методу лікування переломів середньої зони обличчя полягає в якісному обробленні даних пацієнтів, отриманих на первинному обстеженні під час госпіталізації, в процесі лікування, у подальший термін спостереження. Узагальнена схема процесу розроблення та застосування системи прийняття рішення лікарем щодо вибору методу лікування перелому верхньої зони обличчя наведена на **рис. 1**.

Дані, використані для розроблення моделей, можна умовно розділити на дві категорії: вхідні дані – це дані, які отримано до початку лікування, а також інформація про метод лікування, що було використано у конкретного пацієнта; вихідні дані – це дані, що було отримано одразу після лікування та у віддалений термін. При цьому кількісні показники, що характеризують наявну травму та стан пацієнта, використовуються в незмінному вигляді,

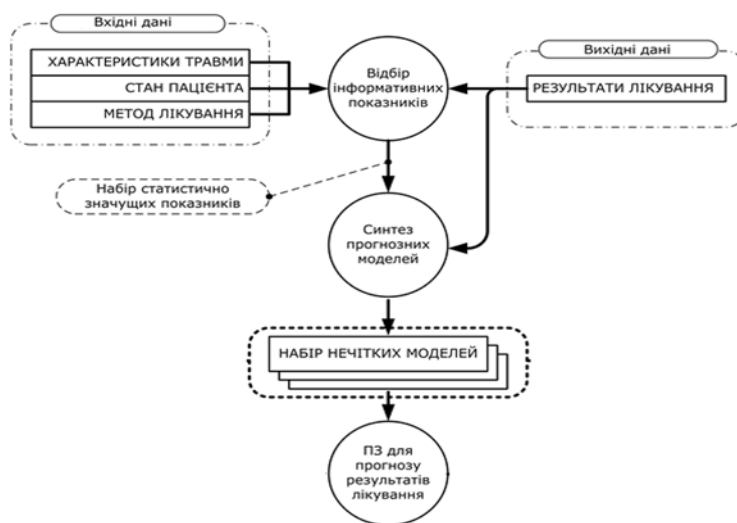


Рис. 1. Узагальнена схема процесу розроблення системи прийняття рішення лікарем щодо вибору методу лікування переломів середньої зони обличчя

а якісні – кодуються позитивними цілими числами, які визначаються за допомогою шкал та формалізованих правил. Таким же чином кодується і метод лікування. Вихідні дані, сформовані за результатами лікування, попередньо класифікуються лікарем за обраними критеріями та можуть бути оцінені як задовільні, або незадовільні, та поєднані з іншими якісними та кількісними показниками. За допомогою непараметричних статистичних методів з повного набору вхідних даних про кожного хворого відбираються показники, які найбільше впливають на результат лікування, що в подальшому використовуються для синтезу прогнозних моделей.



Рис. 2. Схема процесу синтезу моделі прогнозу остаточного зміщення відламків кісток за різних методів лікування

Наступним етапом розроблення СППР лікарем є синтез прогнозних моделей, які дозволяють оцінити вхідні дані та на їх основі спрогнозувати результат лікування за обраним методом. У якості результатів лікування перелому середньої зони обличчя було обрано величину зміщення відламків кісток, яке визначалося за допомогою КТ (рис. 2), а також значення показників за ВАШ через добу, через 3 доби, 5 та 7 днів після операції (рис. 3). Таким чином, моделі дозволяють прогнозувати перебіг та результат лікування перелому середньої зони обличчя. Вхідні дані можуть потенціально слугувати для прийняття рішення про призначення найбільш підходящого методу лікування.



Рис. 3. Схема процесу синтезу моделі прогнозу косметичного результату лікування за різних методів

В результаті синтезу моделей прогнозу результатів лікування за зміщенням відламків (рис. 2) отримані моделі, що описуються нечіткими рівняннями (1). У рівняннях використано такі позначення: ХП – характер перелому; ПАР – наявність парестезії в підочній ділянці; ГЕМ – наявність гемосинусу; МЛ – метод лікування; ВАШ-М – показник модифікованої візуально-аналогової шкали.

$$\begin{aligned} \mu_{РЕЗ}^n(X) = & \mu_{ХП}^n(x_{ХП}) \wedge \mu_{ПАР}^n(x_{ПАР}) \wedge \\ & \wedge \mu_{ГЕМ}^n(x_{ГЕМ}) \wedge \mu_{МЛ}^n(x_{МЛ}) \wedge \\ & \wedge \mu_{ВАШ-М}^n(x_{ВАШ-М}), \end{aligned} \quad (1)$$

де $\mu_{РЕЗ}^n(X)$ – ступень виконання n -того правил нечіткої бази знань для вхідного вектора показників $X = \{x_{ХП}, x_{ПАР}, x_{ГЕМ}, x_{МЛ}, x_{ВАШ-М}\}$; $\mu_{ХП}^n, \mu_{ПАР}^n, \mu_{ГЕМ}^n, \mu_{МЛ}^n, \mu_{ВАШ-М}^n$ – функції приналежності показників ХП, ПАР, ГЕМ, МЛ та ВАШ-М.

У рівняннях (2) – (4) використано такі позначення: ХП – характер перелому; ПАР – наявність

парестезії в підочній ділянці; ГЕМ – наявність гемосинусу; МЛ – метод лікування; КП – кількість пластин; ВАШ 1 – показник візуально-аналогової шкали при госпіталізації; ВАШ 2 – через добу після операції; ВАШ 3 – через три доби після операції; ВАШ 4 – через 5-ть днів після операції..

Моделі прогнозу показників за ВАШ 2 (рис. 3) описуються нечіткими рівняннями (2).

$$\begin{aligned} \mu_{ВАШ2}^n(X) = & \mu_{ХП}^n(x_{ХП}) \wedge \mu_{ПАР}^n(x_{ПАР}) \wedge \\ & \wedge \mu_{ГЕМ}^n(x_{ГЕМ}) \wedge \mu_{МЛ}^n(x_{МЛ}) \wedge \\ & \wedge (x_{КП}) \wedge \mu_{ВАШ1}^n(x_{ВАШ1}), \end{aligned} \quad (2)$$

де $\mu_{ВАШ2}^n(X)$ – ступень виконання n -того правил нечіткої бази знань для вхідного вектора показників $X = \{x_{ХП}, x_{ПАР}, x_{ГЕМ}, x_{МЛ}, x_{КП}, x_{ВАШ}\}$; $\mu_{ХП}^n, \mu_{ПАР}^n, \mu_{ГЕМ}^n, \mu_{МЛ}^n, \mu_{КП}^n, \mu_{ВАШ}^n$ – функції приналежності показників ХП, ПАР, ГЕМ, МЛ, КП та ВАШ1.

Моделі прогнозу показників за ВАШ 3 (рис. 3) описуються нечітким рівнянням (3).

$$\begin{aligned} \mu_{\text{ВАЗ3}}^n(X) &= \mu_{\text{ХП}}^n(x_{\text{ХП}}) \wedge \mu_{\text{ПАР}}^n(x_{\text{ПАР}}) \wedge \\ &\wedge \mu_{\text{ГЕМ}}^n(x_{\text{ГЕМ}}) \wedge \mu_{\text{МЛ}}^n(x_{\text{МЛ}}) \wedge \mu_{\text{КП}}^n(x_{\text{КП}}) \wedge \\ &\wedge \mu_{\text{ВАЗ1}}^n(x_{\text{ВАЗ1}}) \wedge \mu_{\text{ВАЗ2}}^n(x_{\text{ВАЗ2}}), \end{aligned} \quad (3)$$

де $\mu_{\text{ВАЗ3}}^n(X)$ – ступень виконання n -того правил нечіткої бази знань для вхідного вектора показників $X = \{x_{\text{ХП}}, x_{\text{ПАР}}, x_{\text{ГЕМ}}, x_{\text{МЛ}}, x_{\text{КП}}, x_{\text{ВАЗ}}\}$; $\mu_{\text{ХП}}^n, \mu_{\text{ПАР}}^n, \mu_{\text{ГЕМ}}^n, \mu_{\text{МЛ}}^n, \mu_{\text{КП}}^n, \mu_{\text{ВАЗ}}^n$ – функції приналежності показників ХП, ПАР, ГЕМ, МЛ, КП та ВАШ1 та ВАШ 2.

Моделі прогнозу показників ВАШ 4 (рис. 4) описуються нечітким рівнянням (4).

$$\begin{aligned} \mu_{\text{ВАЗ4}}^n(X) &= \mu_{\text{ХП}}^n(x_{\text{ХП}}) \wedge \mu_{\text{ПАР}}^n(x_{\text{ПАР}}) \wedge \\ &\wedge \mu_{\text{ГЕМ}}^n(x_{\text{ГЕМ}}) \wedge \mu_{\text{МЛ}}^n(x_{\text{МЛ}}) \wedge \mu_{\text{КП}}^n(x_{\text{КП}}) \wedge \\ &\wedge \mu_{\text{ВАЗ1}}^n(x_{\text{ВАЗ1}}) \wedge \mu_{\text{ВАЗ2}}^n(x_{\text{ВАЗ2}}) \wedge \\ &\wedge \mu_{\text{ВАЗ3}}^n(x_{\text{ВАЗ3}}), \end{aligned} \quad (4)$$

де $\mu_{\text{ВАЗ4}}^n(X)$ – ступень виконання n -того правил нечіткої бази знань для вхідного вектора показників $X = \{x_{\text{ХП}}, x_{\text{ПАР}}, x_{\text{ГЕМ}}, x_{\text{МЛ}}, x_{\text{КП}}, x_{\text{ВАЗ}}\}$; $\mu_{\text{ХП}}^n, \mu_{\text{ПАР}}^n, \mu_{\text{ГЕМ}}^n, \mu_{\text{МЛ}}^n, \mu_{\text{КП}}^n, \mu_{\text{ВАЗ}}^n$ – функції приналежності показників ХП, ПАР, ГЕМ, МЛ, КП та ВАШ1, ВАШ 2 та ВАШ 3.

Моделі прогнозування показників ВАШ 5 (рис. 4) описуються нечіткими рівняннями (5).

$$\begin{aligned} \mu_{\text{ВАЗ5}}^n(X) &= \mu_{\text{ХП}}^n(x_{\text{ХП}}) \wedge \mu_{\text{ПАР}}^n(x_{\text{ПАР}}) \wedge \\ &\wedge \mu_{\text{ГЕМ}}^n(x_{\text{ГЕМ}}) \wedge \mu_{\text{МЛ}}^n(x_{\text{МЛ}}) \wedge \mu_{\text{КП}}^n(x_{\text{КП}}) \wedge \\ &\wedge \mu_{\text{ВАЗ1}}^n(x_{\text{ВАЗ1}}) \wedge \mu_{\text{ВАЗ2}}^n(x_{\text{ВАЗ2}}) \wedge \\ &\wedge \mu_{\text{ВАЗ3}}^n(x_{\text{ВАЗ3}}) \wedge \mu_{\text{ВАЗ4}}^n(x_{\text{ВАЗ4}}), \end{aligned} \quad (5)$$

де $\mu_{\text{ВАЗ5}}^n(X)$ – ступень виконання n -того правил нечіткої бази знань для вхідного вектора показників $X = \{x_{\text{ХП}}, x_{\text{ПАР}}, x_{\text{ГЕМ}}, x_{\text{МЛ}}, x_{\text{КП}}, x_{\text{ВАЗ}}\}$; $\mu_{\text{ХП}}^n, \mu_{\text{ПАР}}^n, \mu_{\text{ГЕМ}}^n, \mu_{\text{МЛ}}^n, \mu_{\text{КП}}^n, \mu_{\text{ВАЗ}}^n$ – функції приналежності показників ХП, ПАР, ГЕМ, МЛ, КП та ВАШ1, ВАШ 2 та ВАШ 3, ВАШ 4.

Узагальнена схема процедури синтезу моделей прогнозу з використанням нечіткої логіки наведена на рис. 4. Набір вхідних показників спершу піддається процедурі субтрактивної кластеризації за гірським алгоритмом [27]. Отримані групи кластерів далі слугують для формування нечітких логічних рівнянь та параметрів функцій приналежності нечіткої моделі Сугено [28].

Кожне нечітке правило відповідає одному кластеру, а координати його центру відповідає

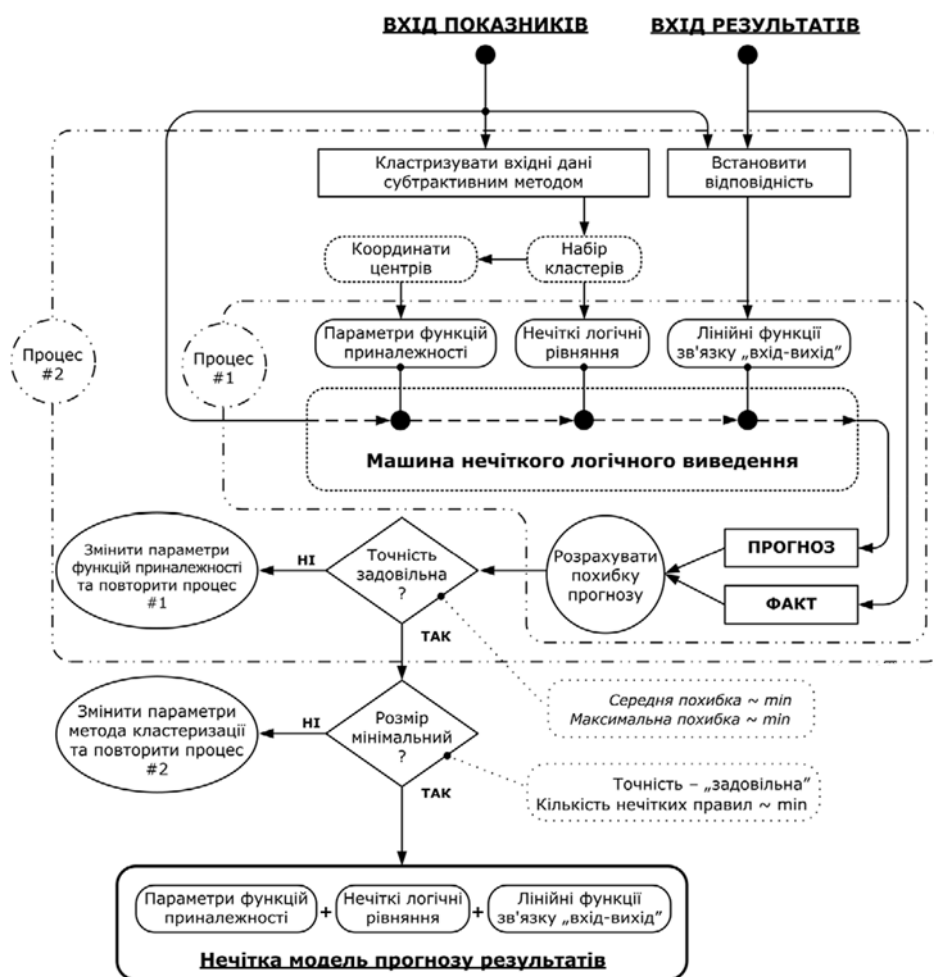


Рис. 4. Схема загальної процедури синтезу моделей прогнозу результатів лікування переломів середньої зони обличчя

вершині функції Гауса, що апроксимує функцію приналежності цього правила. Водночас набори вхідних показників і результатів зв'язуються між собою за допомогою лінійних функцій зв'язку «вхід-вихід» (функцій продукції). Сукупність параметрів функцій приналежності, нечіткі рівняння, що відповідають нечітким правилам, та функції зв'язку формують формалізовану нечітку модель прогнозу, яка завантажуються в універсальну машину нечіткого логічного виведення Сугено [29].

Після розрахунку значень показників, що прогноуються, проводиться оцінювання їх точності. Для цього розраховується різниця між прогнозними та фактичними результатами, що складає похибку прогнозу. Далі, шляхом зміни параметрів функцій приналежності (параметри стиснення-розтягування функції Гауса), модель налагоджується до тих пір, поки не будуть одночасно досягнуті мінімальне значення середньої та максимальної похибки («Процес #1» на **рис. 4**). Мінімізація розмірності моделі проводиться шляхом зміни параметрів алгоритму кластеризації, що призводить до зменшення кількості кластерів і правил («Процес #2» на **рис. 4**). Цей процес повторюють до тих пір, поки не буде отримано мінімальну кількість нечітких правил за умов збереження достатньої точності моделі. Після цього формалізовану нечітку модель прогнозу можна бути використовувати для прогнозування результатів лікування.

Для практичного використання розроблених моделей прогнозу перебігу і результату лікування переломів середньої зони обличчя в розроблений програмний додаток завантажують дані нового пацієнта та отримують прогноз ефективності лікування за кожним із можливих методів (**рис. 5**). На основі аналізу результатів прогнозу лікарем приймається рішення щодо оптимального методу лікування.

На основі розроблених моделей прогнозу було розроблено метод вибору лікувальної тактики у випадках переломів середньої зони обличчя.

1. Визначення кількісних і якісних показників хворих.
2. Завантаження показників хворих у програмний додаток.
3. Розрахунок прогнозних показників (рівня зміщення відламків та показників за ВАШ у різні терміни спостереження) за різних методів лікування.
4. Вибір за значеннями прогнозних показників методу лікування, за допомоги якого можна отримати найкращі функціональні та косметичні результати. При цьому є можливість врахувати технічні та матеріальні обставини лікування конкретного хворого.

Розроблений програмний додаток було випробувано на показниках хворих, які не входили у навчальну вибірку. Наведемо приклади використання моделей прогнозу за різних методах лікування переломів середньої зони обличчя.

Хворий В., 43 роки (історія хвороби № 4.7469), надійшов до відділення хірургії голови та шиї КНП ХОР «ОКЛ» з діагнозом: травматичний перелом верхньої щелепи по типу Ле-Фор II: травматичний перелом вилично-орбітального комплексу праворуч без значного зміщення уламків; травматичний перелом вилично-орбітального комплексу ліворуч зі зміщенням уламків; двобічний гемосинус; травматичний закритий перелом кісток носу без значного зміщення. Знаходився на стаціонарному лікуванні з 30.12.2018 по 15.01.2019 року.

При надходженні до стаціонару хворий скаржився на порушення прикусу, порушення конфігурації обличчя, носову кровотечу після травми, кров'янисті виділення з лівого носового ходу, порушення носового дихання, відчуття оніміння на верхній щелепі, в правій та лівій підочних ділянках, оніміння зубів на верхній щелепі, погіршення загального стану, болі на верхній щелепі.

За даними КПКТ (Planmeca ProMax 3D Max) (від 04.01.2019) у хворого: перелом верхньої щелепи за типом Ле-Фор I: щілина перелому проходить через нижній край грушоподібного отвору; відмічаються дрібно-оскільчаті переломи передньої, задньо-латеральної, медіальної стінок лівої верхньощелепної пазухи зі зміщенням уламків до 5,2 мм; оскільчатий перелом кісток носу зі зміщення уламків до 2,5 мм; двобічний гемосинус?

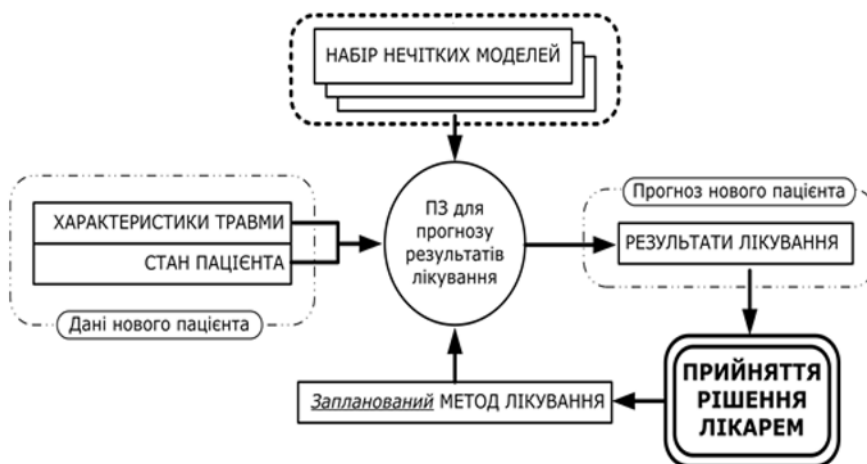


Рис. 5. Схема використання системи підтримки прийняття рішень лікарем щодо вибору оптимального методу лікування

(тотальне гомогенне затемнення правої та лівої верхньощелепних пазух).

Хворому проведена операція: лівобічна гайморотомія з репозицією відламків лівого велично-орбітального комплексу методом металоостеосинтезу.

В післяопераційному періоді у хворого зберігалось зміщення кісткових уламків (до 6,54 мм), гемосинус, незважаючи на проведену операцію з використанням стандартної титанової міні-пластини з мікровинтами.

Дані хворого було завантажено у програмний додаток та проведено розрахунок показників (рис. 6).

Прогнозовані та реальні показники за ВАШ у всі терміни спостереження у хворого співпадають. За прогнозом остаточно зміщення відламків кісток перевищить 3 мм, що і було отримано на практиці (6,54 мм).

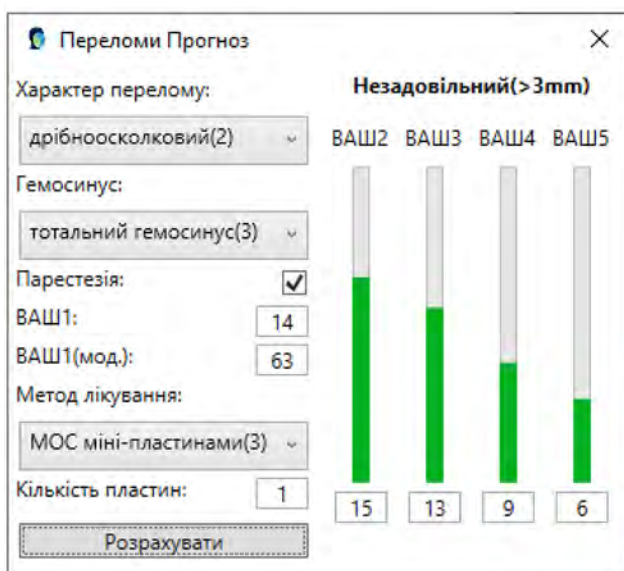


Рис. 6. Екранна форма програмного додатку з результатами прогнозу значень показників хворого В

Хворий Ш., 54 роки (історія хвороби № 4.3713), надійшов до відділення хірургії голови та шиї КНП ХОР «ОКЛ» з діагнозом: застарілий травматичний перелом вилично-орбітального комплексу, дуги з правого боку із зміщенням уламків. Застарілий травматичний перелом віцевого відростку нижньої щелепи з правого боку. Находився на стаціонарному лікуванні з 18.06.2018 по 26.06.2018 року

Травму отримав у побуті – впав з драбини у себе дома. При надходженні до стаціонару хворий скаржився на погіршення загального стану, порушення конфігурації обличчя з правого боку в підочній ділянці, відчуття оніміння м'яких тканин в правій підочній ділянці, кров'янисті виділення з правого носового ходу, оніміння зубів на верхній щелепі з правого боку, біль на верхній щелепі з правого боку.

За даними КПКТ (Planmeca ProMax 3D Max) (від 08.06.2018 року) у хворого візуалізувався крупно-осколковий перелом передньої та задньо-латеральної стінок правої верхньощелепної пазухи, dna орбіти; перелом латеральної стінки правої орбіти зі зміщенням уламків досередини до 12,4 мм; V-подібний уламковий перелом правої виличної дуги зі зміщенням уламків досередини до 8,6 мм; правобічний гемосинус? (гомогенне затемнення правої верхньощелепної пазухи на 1/2); перелом віцевого відростку нижньої щелепи з правого боку з незначним зміщенням уламків.

Хворому проведена операція: репозиція відламків правого вилично-орбітального комплексу та дуги шляхом металоостеосинтезу з використанням індивідуальної 3-D модельованої титанової міні-сітки.

Дані хворого було завантажено у програмний додаток та проведено розрахунок показників (рис. 7).

Значення прогнозованих показників за ВАШ у всі терміни співпали з реальними. За прогнозом зміщення відламків не перевищує 3мм, що є задовільним результатом. На практиці був отриманий саме такий результат (2 мм).

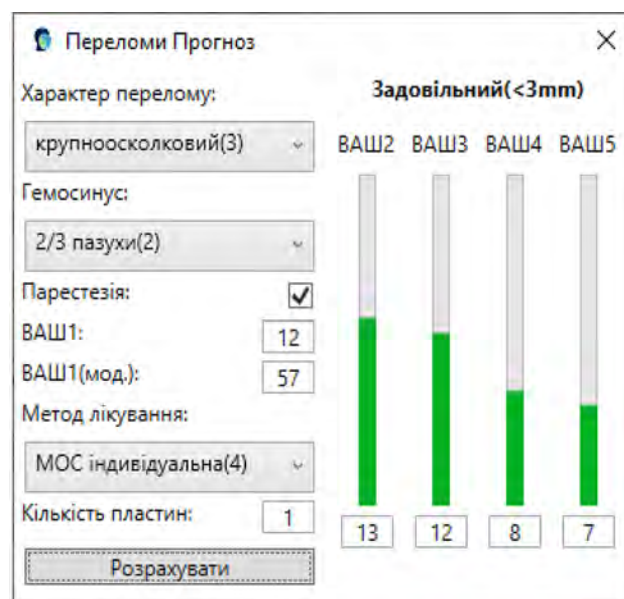


Рис. 7. Екранна форма програмного додатку з результатами прогнозу значень показників хворого Ш.

Таким чином, наведені клінічні приклади підтвердили значні можливості розроблених моделей прогнозу перебігу та результату переломів середньої зони обличчя.

Оцінювання розроблених моделей прогнозу функціонального та косметичного результатів лікування 112 хворих з переломами середньої зони обличчя показало, що вони мають загальну точність 91,6%, чутливість – 95%, специфічність – 96,4%.

Обговорення результатів дослідження.

Основними хірургічними методами лікування переломів щелеп є кістковий шов, остеосинтез з використанням спиці Кіршнера, остеосинтез з використанням накісткових конструкцій у вигляді міні-пластин та міні-сіток, переважно з титану [30, 31], а також репозиція відламків без фіксації, репозиція з тампонадою верхньощелепної пазухи йодоформним тампоном, з використанням катетеру Фолея [32, 33].

Найбільш поширеним сучасним способом фіксації уламків при переломах щелепно-лицьової ділянки є накістковий остеосинтез з застосуванням стандартних міні-пластин після відкритої репозиції уламків [34, 35, 36]. Цей метод дозволяє зменшити тривалість іммобілізації щелеп, що в свою чергу відновлює функцію жування в ранні строки та скорочує терміни реабілітації пацієнтів. Недоліком цього методу є неможливість досягти точного та повного прилягання пластин в зоні перелому, особливо при багатоуламкових пошкодженнях, що пов'язане з особливостями анатомічної будовою кісток лицьового черепу. Іншим недоліком цього методу є можлива травматизація кортикального шару фіксуючими елементами через нерівномірне розподілення навантаження при неповному приляганні міні-пластини. Застосування стандартних титанових міні-пластин подовжує час оперативного втручання та збільшує інтраопераційну травматизацію тканин, а також не завжди дозволяє забезпечити надійну іммобілізацію відламків через малу кількість точок фіксації міні-пластин [37, 38, 39].

Більш прогресивним методом операції остеосинтезу при переломах щелеп є використання 3D-модельованих титанових міні-пластин [40], але ці методи потребують відповідних технічного забезпечення та матеріальних ресурсів. У зв'язку з цим у клінічній практиці використовують і інші методи, наприклад, репозиції відламків з подальшою тампонадою верхньощелепної пазухи йодоформним тампоном з метою фіксації кісткових відламків, або репозиції відламків без тампонади верхньощелепної пазухи [33, 41].

Запропонована СППР лікаря дозволяє прогнозувати результати використання кожного з ме-

тодів у конкретного хворого та обирати найбільш оптимальний з доступних, що сприятиме покращенню функціональних та косметичних результатів лікування.

Висновки

1. У якості функціонального та косметичного результатів лікування перелому середньої зони обличчя при розробленні моделей прогнозу можуть бути використані: величина зміщення відламків кісток, яке визначалося за допомоги КТ після операції, а також значення показників за ВАШ через добу, 3, 5 та 7 днів після операції.
2. Для прогнозування зміщенням відламків кісток, яке залишиться після операції, використано такі показники та ознаки: характер перелому, наявність парестезії в підочній ділянці, наявність гемосинусу; метод лікування; показник за модифікованою візуально-аналоговою шкалою.
3. Для прогнозування показника за ВАШ через добу після операції використано такі показники та ознаки: характер перелому, наявність парестезії в підочній ділянці, наявність гемосинусу; метод лікування, кількість пластин у випадку металоостеосинтезу, показник за ВАШ до операції. Для прогнозування показника за ВАШ через три доби після операції додатково використано показник за ВАШ через добу після операції; для прогнозування показника за ВАШ через п'ять днів після операції додатково використано показник ВАШ через три доби після операції; для прогнозування показника за ВАШ через сім днів після операції додатково використано показник ВАШ через п'ять днів після операції.
4. Розроблені моделі прогнозу функціонального та косметичного результатів лікування в результаті випробування з використанням показників 112 хворих з переломами середньої зони обличчя показали загальну точність 91,6%, чутливість – 95%, специфічність – 96,4%.

Перспективою подальших досліджень є порівняльна оцінка різних методів репозиції відламків кісток при переломах центральної зони обличчя та визначення клінічних критеріїв вибору оптимального методу лікування.

References

1. Ahmed DR, Dhasarathan PR, Muthusekhar D. Incidence and etiology of midface fracture: a retrospective study. *Annals of Tropical Medicine and Health*. 2020 Nov; 23: 232-315. doi: 10.36295/ASRO.2020.232315
2. Dağaçan VÇ. *Diagnosis and management of midfacial fractures*. Part II. Academic Studies in Health Sciences; 2020. 155 p.
3. Schneider M, Besmens IS, Luo Y, Giovanoli P, Lindenblatt N. Surgical management of isolated orbital floor and zygomaticomaxillary complex fractures with focus on surgical approaches and complications. *Journal of Plastic Surgery and Hand Surgery*. 2020 Jul 31; 54(4): 200-6. PMID: 32493085. doi: 10.1080/2000656X.2020.1746664
4. Juncar M, Tent PA, Juncar RI, Harangus A, Mircea R. An epidemiological analysis of maxillofacial fractures: a 10-year cross-sectional cohort retrospective study of 1007 patients. *BMC Oral Health*. 2021 Mar; 21(1): 128. PMID: 33731083. PMCID: PMC7968332. doi: 10.1186/s12903-021-01503-5

5. Xavier SA, Wahab A, Sivakumar M. Prevalence of Midface Fractures-A Retrospective Institution Based study. *Journal of Contemporary Issues in Business and Government*. 2021 Feb 18; 27(2): 595-9. doi: 10.47750/cibg.2021.27.02.073
6. Sinha V, Chaudhary N, Jha SG, Chaudhari NP. Management of Maxillofacial Trauma in Road Traffic Accident (RTA) at Tertiary Care Center. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*. 2021 Jan 7; 1-7. doi: 10.1007/s12070-020-02299-6
7. Hino S, Yamada M, Iijima Y, Araki R, Kaneko T, Horie N. Effects of alcohol consumption on maxillofacial fractures in simple falls. *Clinical and experimental dental research*. 2020 Oct; 6(5): 544-9. PMID: 32720445. PMCID: PMC7545223. doi: 10.1002/cre2.308
8. Hirvikangas R, Bertell J, Marttila E, Löfgren M, Snäll J, Uittamo J. Patient injury-related alcohol use-underestimated in patients with facial fractures? *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*. 2020 Sep 1; 130(3): 236-40. PMID: 32499150. doi: 10.1016/j.ooolo.2020.03.041
9. Yuldashev I, Rakhmanov A, Urgunaliyev B, Yuldasheva G, Tynaliyev U, Kulnazarov A. Frequency of midfacial traumatic injuries-A report from the maxillofacial reconstructive and plastic surgery department of Kyrgyz Republic Health Service Ministry's National Hospital, Bishkek from 2013-17-A retrospective study. *Annals of Maxillofacial Surgery*. 2020 Jul 1; 10(2): 377. PMID: 33708583. PMCID: PMC7943996. doi: 10.4103/ams.ams_2_20
10. Kovalenko WW. Osoblivosti likuvannya suchasnih boyovih ushkodzen schelepno-litsevoi dilyanki [Features of the treatment of modern combat damage to the maxillofacial region]. *Likars'ka sprava*. 2017 Mar 30; 1-2: 168-74. [Ukrainian]
11. Kaura S, Kaur P, Bahl R, Bansal S, Sangha P. Retrospective study of facial fractures. *Annals of maxillofacial surgery*. 2018 Jan; 8(1): 78. PMID: 29963429. PMCID: PMC6018280. doi: 10.4103/ams.ams_73_17
12. Sangsiri T, Prasad K, Kumar V, Ranganath K, Rajanikanth BR, Sejal KM, et al. Comparative Assessment of Microplates with Miniplates in the Fixation of Midface Fractures: A Prospective Study. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*. 2020 Oct 1: 1-9. doi: 10.1007/s12663-020-01453-5
13. Shokri T, Sokoya M, Cohn JE, Bahrami A, Inman J, Ducic Y. Single-Point Fixation for Noncomminuted Zygomaticomaxillary Complex Fractures-A 20-Year Experience. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2020 May 1; 78(5): 778-81. PMID: 32006491. doi: 10.1016/j.joms.2019.12.030
14. Choi JW, Kim MJ. Treatment of panfacial fractures and three-dimensional outcome analysis: the occlusion first approach. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2019 Jun 1; 30(4): 1255-8. PMID: 30946230. doi: 10.1097/SCS.00000000000005528
15. Hardt N, Sepehrnia A, Kessler P. Anatomy and topography of the craniofacial region. In: *Craniofacial Trauma*. Cham: Springer; 2019. p. 19-33. doi: 10.1007/978-3-319-77210-3_2
16. Liu BY, Cao G, Dong Z, Chen W, Xu JK, Guo T. The application of 3D-printed titanium mesh in maxillary tumor patients undergoing total maxillectomy. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2019 Nov; 30(11): 1-7. PMID: 31728639. doi: 10.1007/s10856-019-6326-7
17. Raisian S, Fallahi HR, Khiabani KS, Heidarizadeh M, Azdoo S. Customized titanium mesh based on the 3D printed model vs. manual intraoperative bending of titanium mesh for reconstructing of orbital bone fracture: a randomized clinical trial. *Reviews on recent clinical trials*. 2017 Sep 1; 12(3): 154-8. PMID: 28828975. doi: 10.2174/1574887112666170821165206
18. Ma J, Ma L, Wang Z, Zhu X, Wang W. The use of 3D-printed titanium mesh tray in treating complex comminuted mandibular fractures: a case report. *Medicine*. 2017 Jul; 96(27). PMID: 28682875. PMCID: PMC5502148. doi: 10.1097/MD.00000000000007250
19. Voloshan O, Grigorov S, Demyanyk D. Development and analysis of diagnostic criteria for creation of an automated computer software for predicting the course and individualizing the treatment of patients with odontogenic maxillary sinusitis. *Wiad Lek*. 2020; 73(4): 767-772. PMID: 32731713
20. Voloshan OO, Grigorov SM, Demyanyk DS, Ruzin GP, Lokes KP. Prospects of an automated computer software implementation for prediction of course and treatment in patients with different forms of odontogenic maxillary sinusitis. *Mir medicyny i biologii*. 2019; 15(4 (70)). doi: 10.26724/2079-8334-2019-4-70-39-45
21. Bashiri S, Malekzadeh H, Fekrazad R. The effect of delayed photobiomodulation on neurosensory disturbance recovery after zygomatic trauma: A parallel controlled clinical trial. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2021 Apr 1; 217: 112153. PMID: 33640829. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2021.112153
22. Sirintawat N, Sawang K, Chaiyasamut T, Wongsirichat N. Pain measurement in oral and maxillofacial surgery. *Journal of dental anesthesia and pain medicine*. 2017 Dec; 17(4): 253. PMID: 29349347. PMCID: PMC5766084. doi: 10.17245/jdapm.2017.17.4.253
23. Shakin VN, Semyonova TI, Kudryashova AY, Frisk VV. Comparison of Computer Modeling of RC Filter in Matlab and Scilab Environments. In: *2020 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF) 2020 Jun 1*. 2020: p. 1-5. doi: 10.1109/WECONF48837.2020.9131473

24. Manohar K, Sravani K, Ponnappalli VS. An Investigation on Scilab Software for the Design of Transform Techniques and Digital Filters. In: *2021 International Conference on Computer Communication and Informatics (IC-CCI) 2021 Jan 27*. 2021: p. 1-5.
25. Kiselev IV. Comparative analysis of libraries for computer vision OpenCV and AForge. NET for use in gesture recognition system. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020 Nov 1; 1661(1): 012048. doi: 10.1088/1742-6596/1661/1/012048
26. Lozano Domínguez JM, Mateo Sanguino TD. Walking Secure: Safe Routing Planning Algorithm and Pedestrian's Crossing Intention Detector Based on Fuzzy Logic App. *Sensors*. 2021 Jan; 21(2): 529. PMID: 33451012. PMCID: PMC7828533. doi: 10.3390/s21020529
27. Yager RR, Filev DP. *Essentials of Fuzzy Modeling and Control*. NY: John and Wiley and Sons Inc.; 1994. 408 p.
28. Shtovba SD. *Design of fuzzy systems by means of MATLAB*. M: Hotline-Telecom; 2007. 288 p.
29. Bezdek JC, Keller J, Krisnapuram R, Pal N. *Fuzzy models and algorithms for pattern recognition and image processing*. Springer Science & Business Media; 1999 Aug 31. doi: 10.1007/b106267
30. Ghosh R, Gopalkrishnan K. Facial fractures. *Journal of craniofacial surgery*. 2018 Jun 1; 29(4): e334-40. PMID: 29381610. doi: 10.1097/SCS.00000000000004269
31. Gareb B, Roossien CC, van Bakelen NB, Verkerke GJ, Vissink A, Bos RR, et al. Comparison of the mechanical properties of biodegradable and titanium osteosynthesis systems used in oral and maxillofacial surgery. *Scientific reports*. 2020 Oct 23; 10(1): 1-8. PMID: 33097757. PMCID: PMC7584639. doi: 10.1038/s41598-020-75299-9
32. El-Hadidy AM. The use of a Foley catheter in isolated zygomatic arch fractures. *Plastic and reconstructive surgery*. 2005 Sep 1; 116(3): 853-6. PMID: 16141826. doi: 10.1097/01.prs.0000176896.60094.c8
33. Gray LN, Kalimuthu R, Jayaram B, Lewis N, Sohaey M. A retrospective study of treatment of orbital floor fractures with the maxillary sinus approach. *British journal of plastic surgery*. 1985 Jan 1; 38(1): 113-5. doi: 10.1016/0007-1226(85)90097-9
34. Sukegawa S, Masui M, Sukegawa-Takahashi Y, Nakano K, Takabatake K, Kawai H, et al. Maxillofacial Trauma Surgery Patients With Titanium Osteosynthesis Miniplates: Remove or Not? *Journal of Craniofacial Surgery*. 2020 Jul 1; 31(5): 1338-42. PMID: 32371694. doi: 10.1097/SCS.00000000000006352
35. Kademani D, Tiwana P. *Atlas of oral and maxillofacial surgery*. Elsevier Health Sciences; 2015 Apr 9. 1520 p.
36. Ahmad WM, Noor NF, Shaari R, Nawi MA, Ghazali FM, Aleng NA, et al. The Most Common Relationship of a Midface Fracture in Maxillofacial Trauma Study. *The Journal of Craniofacial Surgery*. 2021 Mar 25. PMID: 33852515. doi: 10.1097/SCS.00000000000007435
37. Erol B, Tanrikulu R, Görgün B. Maxillofacial fractures. Analysis of demographic distribution and treatment in 2901 patients (25-year experience). *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2004 Oct 1; 32(5): 308-13. PMID: 15458673. doi: 10.1016/j.jcms.2004.04.006
38. Riviş M, Roi C, Roi A, Nica D, Văleanu A, Rusu LC. The Implications of Titanium Alloys Applied in Maxillofacial Osteosynthesis. *Applied Sciences*. 2020 Jan; 10(9): 3203. doi: 10.3390/app10093203
39. Costan VV, Nicolau A, Sulea D, Ciofu ML, Boișteanu O, Popescu E. The Impact of 3D Technology in Optimizing Midface Fracture Treatment-Focus on the Zygomatic Bone. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2021 Apr 1; 79(4): 880-91. PMID: 33279472. doi: 10.1016/j.joms.2020.11.004
40. Sikora M, Chęciński M, Sielski M, Chlubek D. The Use of 3D Titanium Miniplates in Surgical Treatment of Patients with Condylar Fractures. *Journal of Clinical Medicine*. 2020 Sep; 9(9): 2923. PMID: 32927799. PMCID: PMC7563735. doi: 10.3390/jcm9092923
41. Mehrotra D. *Fundamentals of Oral and Maxillofacial Surgery*. India: Elsevier Health Sciences; 2020 Jun 2. 650 p.

УДК 616.31-089:617.523/.524-001.5-07-08-035

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ВРАЧЕМ ОТНОСИТЕЛЬНО ВЫБОРА МЕТОДА ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ СЕРЕДНЕЙ ЗОНЫ ЛИЦА

Худик А. К., Кочина М. Л., Фирсов А. Г.

Резюме. Цель работы – разработка системы поддержки принятия решений врачом относительно выбора метода лечения переломов средней зоны лица.

Материалы и методы. В исследование включено результаты обследования и лечения 112 больных с переломами средней зоны лица, которые находились в отделении хирургии головы и шеи коммунальное некоммерческое предприятие Харьковского областного совета «Областная клиническая больница» (КНП ХОС «ОКЛ») г. Харьков.

Всем больным при поступлении в стационар выполнялось обследование в соответствии локальным протоколом. Диагноз устанавливался по результатам конусно-пучковой компьютерной томографии или мультиспиральной компьютерной томографии. Для оценки исходного состояния, а также

функціонального і косметического ефектів в процесі лікування була використана візуально-аналогова шкала, при госпіталізації була використана модифікована нами візуально аналогова шкала, яка містить балльну оцінку стану хворого по 12 характеристикам травми.

Для розробки моделей прогнозу результатів лікування переломів середньої зони обличчя з використанням різних методів використовувалась нечітка логіка.

Результати. Для прогнозування величини залишкового після операції зміщення отломків кісток використані наступні показники і ознаки: характер перелому, наявність парестезії в підглазничній області, наявність і ступінь гемосинуса, метод лікування, показник модифікованої візуально-аналогової шкали. Для прогнозування показника візуально аналогової шкали через тижні після операції використані наступні показники і ознаки: характер перелому, наявність парестезії в підглазничній області, наявність і ступінь гемосинуса, метод лікування, кількість пластинок в разі металлоостеосинтезу, показник візуально аналогової шкали до операції. Для прогнозування показників візуально аналогової шкали в наступні терміни спостереження до вхідних показників моделі додаються значення показників цієї шкали в ранні терміни.

Висновки. В результаті апробації розроблених моделей прогнозу функціонального і косметического ісходів лікування з використанням показників 112 хворих з переломами середньої зони обличчя встановлено, що загальна точність моделей становить 91,6%, чутливість - 95%, специфічність - 96,4%.

Ключові слова: переломи середньої зони обличчя, методи лікування, моделі прогнозу, нечітка логіка, система підтримки прийняття рішень лікарем.

UDC 616.31-089:617.523/.524-001.5-07-08-035

Support System of Doctor's Decision-Making on the Choice of a Method for Treating Fractures of the Midface Area

Khudyk A. K., Kochina M. L., Firsov O. G.

Abstract. *The purpose of the study* is to develop a support system of doctor's decision-making on the choice of a method for treating fractures of the midface area.

Materials and methods. The study includes the results of examination and treatment of 112 patients with fractures of the midface area, who were undergoing inpatient treatment in the Department of Head and Neck Surgery of the Municipal Noncommercial Enterprise of Kharkiv Regional Council «Regional Clinical Hospital», Kharkiv.

All patients at hospitalization underwent examination according to the local protocol. The diagnosis was based on the results of cone-beam computed tomography, or multislice computed tomography. To determine the initial condition, as well as to assess the functional and cosmetic effects in the treatment process (1st, 3rd, 5th and 7th days) a visual analogue scale was used, at hospitalization we also used a visual analogue scale modified by us, which contains a point evaluation of the patient's condition for 12 signs of trauma.

The Scilab computer algebra system was used to develop models for predicting the results of treatment of the midface area fractures using various methods, and a graphical application for the Windows operating system was developed for the practical use of the support system of doctor's decision-making, in which the Sugeno fuzzy inference machine was integrated into the developed models

Results and discussion. To predict the displacement of bone fragments that will remain after the surgery, the following indicators and signs were used: the nature of the fracture, the presence of paraesthesia in the infraorbital area, the presence of hemosinus; method of treatment; indicator by the modified visual analogue scale.

To predict the indicator on a visual analogue scale a day after the surgery, the following indicators and signs were used: the nature of the fracture, the presence of paraesthesia in the infraorbital area, the presence of hemosinus; method of treatment, the number of plates in the case of metal osteosynthesis, the indicator by a visual analogue scale before surgery. To predict indicators by a visual analogue scale in the subsequent terms, the values of indicators by this scale in the previous terms are added to the input indicators of the model.

Conclusion. As a result of the research it was found that the following can be used as the functional and cosmetic results of treatment of the midface area fracture in the development of predicting models: the amount of displacement of bone fragments, which was determined by computed tomography after surgery, and the values of indicators by a visual analogue scale after a day, 3, 5 and 7 days after surgery.

The developed models for predicting functional and cosmetic results of treatment as a result of testing using indicators of 112 patients with fractures of the midface area showed an overall accuracy of 91.6%, sensitivity – 95%, specificity – 96.4%.

Keywords: fractures of the midface area, methods of treatment, predicting models, fuzzy logic, support system of doctor's decision-making.

ORCID and contributionship:

Anton K. Hudik: 0000-0002-9015-2301^{A,B,D,E,F}

Marina L. Kochina: 0000-0003-4486-767X^{A,C,D,E,F}

Oleksij G. Firsov: 0000-0001-7962-2889^{A,C,F}

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,
E – Critical review, F – Final approval of the article

CORRESPONDING AUTHOR

Marina L. Kochina

Petro Mohyla Black Sea National University,
Department of medical and biological basics of sports and physical rehabilitation
10, 68 Desantnykiv St., Mykolaiv 54003, Ukraine
tel: +380509559779, e-mail: kochinaml@gmail.com

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.

Received: 12.04.2021 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування