УКРАЇНА

(19) UA (11) 75681 (13) U

(51) МПК (2012.01)
A61B 5/00
A61B 3/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 06348**

(22) Дата подання заявки: **25.05.2012**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.12.2012**

(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **10.12.2012, Бюл.№ 23**

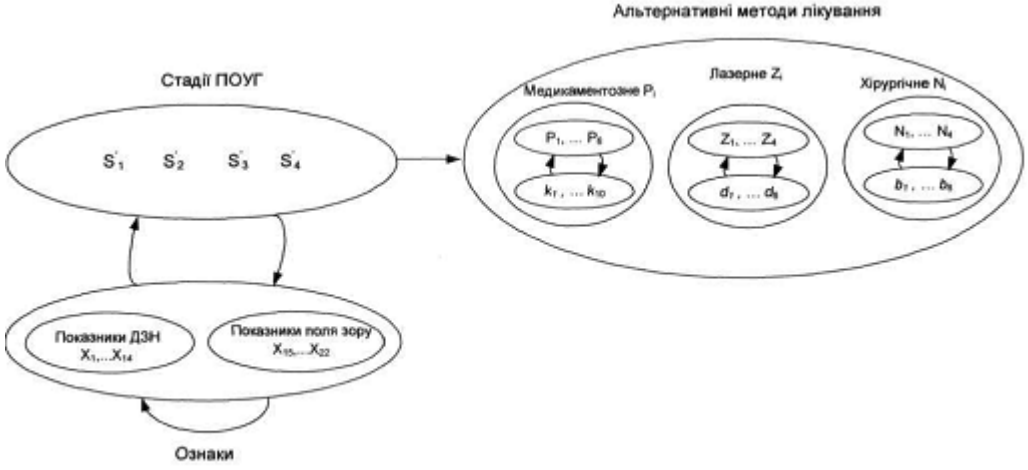
(72) Винахідник(и):
Висоцька Олена Володимирівна (UA),
Бих Анатолій Іванович (UA),
Страшненко Ганна Миколаївна (UA),
Синенко Сергій Олександрович (UA),
Дьомін Юрій Альбертович (UA)

(73) Власник(и):
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ,
пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166 (UA)

(54) СПОСІБ УТОЧНЮЮЧОЇ ДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ВИБОРУ ТАКТИКИ ЛІКУВАННЯ ПЕРВИННОЇ ВІДКРИТОКУТОВОЇ ГЛАУКОМИ

(57) Реферат:

Спосіб уточнюючої діагностики для вибору тактики лікування первинної відкритокутової глаукоми полягає в тому, що на підставі ретинотомографічних показників визначають стан пацієнта, за допомогою математичного апарату для прийняття рішень в умовах невизначеності з безлічі діагнозів уточнюють стадію первинної відритокутової глаукоми і на цій підставі обирають метод лазерного або хірургічного лікування, здійснюють вибір лікарських засобів. Визначення стадії первинної відритокутової глаукоми, вибір методу лікування для кожної стадії та здійснення багатокритеріальної оцінки лікарських засобів і різних видів антиглаукоматозних втручань проводять за допомогою методу аналізу мереж, що дозволяє враховувати залежності між показниками і зворотні зв'язки. Додатково для визначення стану пацієнта проводять кінетичну периметрію. Уточнення діагнозу здійснюється за допомогою експертних оцінок. Як первинний етап лікування може бути призначена медикаментозна терапія.



Фіг. 1

UA 75681 U

Корисна модель належить до медицини, зокрема до офтальмології, і може бути використана для уточнюючої діагностики та вибору тактики лікування первинної відкритокутової глаукоми.

Важливою проблемою сучасної офтальмології є глаукома, що займає одне з лідируючих місць серед причин сліпоти та слабкозорості в усіх розвинених країнах. Згідно з офіційною статистикою, в Україні глаукомою страждають близько двохсот п'ятдесяти тисяч осіб, а за неофіційною - півмільйона. Найбільш часто зустрічається первинна відкритокутова глаукома (ПВКГ), яка спочатку протікає практично непомітно для людини (немає погіршення зору, болю, "пелени") і це, в свою чергу, призводить при відсутності лікування до прогресування захворювання. Лікарям-офтальмологам часто доводиться стикатися з важкими стадіями, коли постає питання тільки про збереження залишкового зору, а часом про зняття больового синдрому, щоб зберегти око.

Основною причиною розвитку ПВКГ є порушення природної циркуляції внутрішньоочної рідини, що викликає підвищення внутрішньоочного тиску (ВОТ), яке призводить до пошкодження зорового нерва. Клінічно це проявляється звуженням меж поля зору. Однак у деяких пацієнтів відбувається руйнування зорового нерва і втрата зору з нормальним ВОТ. Тому багато аспектів цієї проблеми залишаються не до кінця ясними та вимагають розв'язання [Нестеров А.П. Глаукома. - М., 1995.-265 с].

Для запобігання подальшого розвитку ПВКГ необхідне виконання двох взаємопов'язаних етапів: своєчасної діагностики стадії захворювання та ефективного лікування виявленої патології. Основні напрями лікування ПВКГ: медикаментозне, лазерне, хірургічне. Найчастіше лікування глаукоми починається з застосуванням очних крапель. Лікар-офтальмолог стикається з широким спектром вибору лікарських препаратів-аналогів та антиглаукомних операцій для призначення процесу лікування. Призначення лікарських препаратів і втручань конкретному пацієнтові виконується лікарем на інтуїтивному рівні і, багато в чому, визначається його кваліфікацією. Лікар-офтальмолог, як особа, яка приймає рішення, виробляє управлінське рішення, при цьому прийняття неправильного рішення, як на етапі діагностики, так і на етапі формування лікувальних заходів може мати незворотні наслідки для зору пацієнта. Тому важливим є забезпечити підтримку лікаря-офтальмолога при прийнятті вірного рішення на основних етапах діагностики та вибору методу лікування пацієнтів з ПВКГ.

До цих пір принципи діагностики ПВКГ і вибір тактики її лікування (консервативне чи хірургічне) засновані на результатах не цілком надійних суб'єктивних методик оцінки в процесі тривалого (не менше півроку) спостереження за хворим. До таких відносять оцінку гостроти зору, даних кінетичної та статичної периметрії, аналіз картини очного дна (диск зорового нерва (ДЗН) і розміри його екскавації), переднього відрізка ока (будова кута передньої камери, зміни райдужної оболонки) та інші.

Відомий спосіб визначення показань для хірургічного лікування катаракти та відкритокутової глаукоми [Патент РФ № 2413482 МПК A 61 F 9/00, A 61 B 3/00 опубл. 10.03.2011], що включає визначення в ході біомікроскопічного дослідження при розширеній зіниці наявності псевдоексфоліативного матеріалу на передній поверхні капсули кришталика та по зіничному краю райдужної оболонки, а також оцінку місцевих та загальних факторів ризику підвищення ВОТ в післяопераційному періоді в балах: ступінь вираженості псевдоексфоліативного синдрому, реакцію зіниці на світло, стадію глаукоми, кількість гіпотензивних препаратів, що застосовуються для нормалізації офтальмотонуса, вік хворого оцінюють від 1 до 3 балів, щільність ядра кришталика оцінюють від 1 до 5 балів, стан серцево-судинної системи - від 1 до 6 балів, після цього обчислюють середній бал. При середньому балі факторів ризику до 2,0 балів прогнозують відсутність підвищення ВОТ в післяопераційному періоді та вважають показаною тільки операцію факоемульсифікації катаракти. При середньому балі факторів ризику від 2,0 до 3,0 балів ризик розвитку декомпенсації ВОТ в післяопераційному періоді оцінюють як достатньо високий, тому вважають показаною одномоментну операцію факоемульсифікації катаракти та непроникаючу глибоку склеректомію. При середньому балі факторів ризику більше 3,0 балів ризик розвитку декомпенсації ВОТ в післяопераційному періоді оцінюють як (дуже) високий, тому вважають показаною спочатку непроникаючу глибоку склеректомію, а через 4 тижні - факоемульсифікацію катаракти. Спосіб дозволяє уникнути післяопераційних ускладнень.

Недоліком способу є суб'єктивність дослідження, тобто залежність від індивідуальної оцінки біомікроскопічних показників лікарем-офтальмологом. Вираженість псевдоексфоліативного синдрому є дуже варіабельною та спостерігається і у здорових осіб похилого віку.

Також аналогом є спосіб визначення тактики лікування первинної відкритокутової глаукоми [Патент РФ № 2262882 МПК A 61 B 3/10 опубл. 27.10.2005], згідно з яким, хворому з ПВКГ для вирішення питання про необхідність зниження рівня ВОТ терапевтичним або хірургічним

шляхом з інтервалом 1-3 хвилини в залежності від стабілізації системних показників дихання і кровообігу (частота дихання і серцевих скорочень) - спочатку в горизонтальному, а потім в антиортостатичному положеннях (головний кінець поворотного столу розташовується на 30-45 градусів нижче горизонтальної площини) одночасно з обох очей реєструють 2-3 серії спільних електроретинограм зі зростанням інтенсивності засвітки сітківки між серіями від 1000 до 3000 мккд/м^2, визначають амплітудно-часові показники отриманих електроретинограм: абсолютні значення хвиль "a" і "b", абсолютні значення латентних періодів хвиль "a" і "b", відношення усередненої амплітуди хвиль "a" / "b" загальної ЕРГ в послідовних серіях ЕРГ (ЕРГ - коефіцієнт), і при збігу значень або виході за межі нормативних менше половини їх значень для обох положень хворого або при виході не менше половини значень амплітудно-часових показників за межі нормативних в одному з положень хворого рекомендують консервативне лікування моно- або комбінованими препаратами для місцевого застосування (тимолол, латанопрост, пілокарпін, бетаксолол, діпівефрин, клонідин, проксодолол), а при виході не менше половини цих значень в обох положеннях хворого за межі статистичної норми функціональний стан ока вважають декомпенсованим і рекомендують гіпотензивне хірургічне лікування в оптимальному для хворого варіанті (лазерна трабекулопластика, лазерна склеректомія, лазерна деструкція циліарного тіла; звільнення кута передньої камери ока від мезодермальної тканини або гоніосінехій -гоніотомія; фістулізація зі створенням нових шляхів відтоку - трабекулотомія; внутрішня або зовнішня фістулізація шлемова каналу - синусотомія; хірургічні втручання на циліарному тілі, що сприяють пригніченню продукції внутрішньоочної вологи - діатермо / кріоаплікація; хірургічна стимуляція увеосклерального відтоку - глибока склеректомія, фільтруюча іридоциклоретракція). Спосіб дозволяє підвищити ефективність визначення тактики лікування ПВКГ.

Недоліком зазначеного способу є те, що результати загальної ЕРГ дозволяють лише побічно судити про ступінь прогресування глаукоми, оскільки об'єктивно відображають тільки функціональний стан зовнішніх (фоторецепторних) і середніх (біполярні нейрони і клітини Мюллера) шарів сітківки. Тому у більшості наукових робіт відзначається мала клінічна інформативність ЕРГ при обстеженні хворих з глаукомою. Застосування нейрохірургічного поворотного столу також не завжди зручно. Крім того автори не реєструють і не враховують зміни важливих морфологічних (стан ДЗН) і функціональних (поле зору) критеріїв динаміки глаукомного процесу. Це не дозволяє в повній мірі судити про стабілізацію захворювання та адекватність проведеної терапії.

Найбільш близьким по функціональному значенню до запропонованої корисної моделі є спосіб ідентифікації діагнозів для вибору тактики лікування глаукоми, який використовується в локальній комп'ютерній офтальмомікрохірургічній мережі антиглаукоматозного лікування [патент РФ № 2430350 МПК G 01 N 3/02, A 61 F 9/007 опубл. 27.09.2011]. Спосіб полягає в ідентифікації діагнозів для вибору тактики лікування глаукоми з використанням штучної нейронної мережі та включає в себе наступні кроки. На першому кроці проводиться ідентифікація діагнозів шляхом сканування множини можливих офтальмомікрохірургічних діагнозів, визначення підмножини офтальмомікрохірургічних діагнозів і виділення одного або кількох поєднань діагнозів з комбінаторної вибірки персоніфікованих форматованих керуючих кодів (ФКК) показників візометрії, авторефрактометрії, автокератометрії, біометрії, кератопахіметрії, порогів лабільності, електрочутливості, електрофізіологічних викликаних потенціалів, офтальмосканування, доплерографії, а також показників спеціальних досліджень: оптичної когерентної томографії, діагностики зорового нерву, ретинальної томографії, флюоресцентної ангіографії, конфокальної мікроскопії). Далі здійснюється інтерполяція певних функціональних залежностей проміжних значень ФКК для уточнення діагнозу при проведенні антиглаукоматозного лікування, визначення терміну наступного етапу лікування та інших ФКК. На наступному кроці проводиться рекурсивна обробка, згладжування, екстраполяція певних функціональних залежностей, які виходять за аналізований інтервал значень ФКК у фізіологічному діапазоні для уточнення можливих діагнозів при виробництві антиглаукоматозних операцій з урахуванням неточності вимірювань параметрів, оцінки наслідків недоліку об'єму хірургічного впливу. Потім здійснюється аналіз ФКК після проведених етапів лікування та прогнозування подальшого стану. На заключному кроці проводиться ідентифікація патологічного стану ока пацієнта векторами діагнозів та тактики антиглаукомного лікування. Визначення множини та підмножини можливих лазерних або офтальмомікрохірургічних операцій і виділення однієї з них здійснюється за тим же принципом, описаним вище. Спосіб дозволяє підвищити точність визначення та якості ідентифікації діагнозів, визначення показань до проведення операцій при глаукомі і точність в виборі лікарського забезпечення за допомогою математичного апарату штучних нейронних мереж.

Недоліком даного способу є те, що використання для діагностично-лікувального процесу лише математичного апарата штучних нейронних мереж усуває від безпосередньої участі у ньому лікаря-офтальмолога. Не слід забувати, що лише індивідуальний підхід до діагностики і подальшого лікування конкретного пацієнта є запорукою успіху проведених заходів.

Таким чином, з розглянутих вище способів можемо зробити висновок, що діагностичні критерії глаукоми недостатньо надійні і іноді підтвердження діагнозу розтягується на кілька місяців, у зв'язку з цим в даний час не існує стандартних показань до того чи іншого виду лікування глаукоми. Також не проведена багатокритеріальна оцінка існуючих лікарських препаратів-аналогів та антиглаукоматозних втручань.

Відповідно до цього технічна задача корисної моделі направлена на підвищення достовірності і обґрунтованості рішення на основних етапах діагностики ПВКГ та формування лікувальних заходів.

Ця задача вирішена наступним чином. У способі уточнюючої діагностики для вибору тактики лікування первинної відкритокутової глаукоми, що полягає в тому, що на підставі ретинотомографічних показників визначають стан пацієнта, за допомогою математичного апарату для прийняття рішень в умовах невизначеності з безлічі діагнозів уточнюють стадію первинної відритокутової глаукоми і на цій підставі обирають метод лазерного або хірургічного лікування, здійснюють вибір лікарських засобів, згідно з корисною моделлю, визначення стадії первинної відритокутової глаукоми, вибір методу лікування для кожної стадії та здійснення багатокритеріальної оцінки лікарських засобів і різних видів антиглаукоматозних втручань проводять за допомогою методу аналізу мереж, що дозволяє враховувати залежності між показниками і зворотні зв'язки, додатково для визначення стану пацієнта проводять кінетичну периметрію, уточнення діагнозу здійснюється за допомогою експертних оцінок, як первинний етап лікування може бути призначена медикаментозна терапія.

На фіг. 1 зображена мережева модель для визначення стадії та вибору методу лікування ПВКГ.

На фіг. 2 наведена суперматриця для визначення граничних пріоритетів елементів мережі.

На фіг. 3 представлені результуючі пріоритети альтернативних методів лікування.

На фіг. 4 зображена суперматриця для задачі визначення стадій ПВКГ для прикладу 1.

На фіг. 5 наведена стохастична суперматриця для задачі визначення стадій ПВКГ для прикладу 1.

На фіг. 6 представлена гранична суперматриця для задачі визначення стадій ПВКГ для прикладу 1.

На фіг. 7 зображена суперматриця для задачі визначення стадій ПВКГ для прикладу 2.

На фіг. 8 наведена стохастична суперматриця для задачі визначення стадій ПВКГ для прикладу 2.

На фіг. 9 представлена гранична суперматриця для задачі визначення стадій ПВКГ для прикладу 2.

На фіг. 10 зображена суперматриця для задачі визначення стадій ПВКГ для прикладу 3.

На фіг. 11 наведена стохастична суперматриця для задачі визначення стадій ПВКГ для прикладу 3.

На фіг. 12 представлена гранична суперматриця для задачі визначення стадій ПВКГ для прикладу 3.

Таблиця 1 - матриця парних порівнянь ознак для діагнозу I стадія ПВКГ.

Таблиця 2 - матриця парних порівнянь стадій ПВКГ для зміни ДЗН.

Таблиця 3 - матриця парних порівнянь методів лікування для діагнозу I стадія ПВКГ.

Таблиця 4 - пріоритети альтернативних методів лікування відносно стадій ПВКГ.

Таблиця 5 - значення випадкових індексів узгодженості для матриць різної розмірності.

Таблиця 6 - граничні пріоритети стадій ПВКГ.

Таблиця 7 - пріоритети стадій ПВКГ відносно ознак (в даному випадку для зміни ДЗН) для прикладу 1.

Таблиця 8 - пріоритети стадій ПВКГ відносно ознак (в даному випадку для зміни поля зору) для прикладу 1.

Таблиця 9 - розрахункові значення I_S та Δ_S відносно ознак для прикладу 1.

Таблиця 10 - граничні пріоритети стадій ПВКГ для прикладу 1.

Таблиця 11 - пріоритети альтернативних методів лікування ПВКГ для прикладу 1.

Таблиця 12 - розрахункові значення I_S та Δ_S відносно методів лікування ПВКГ для прикладу 1.

Таблиця 13 - пріоритети стадій ПВКГ відносно ознак (в даному випадку для зміни ДЗН) для прикладу 2.

Таблиця 14 - пріоритети стадій ПВКГ відносно ознак (в даному випадку для зміни поля зору) для прикладу 2.

Таблиця 15 - розрахункові значення I_S та Δ_S відносно ознак для прикладу 2.

Таблиця 16 - граничні пріоритети стадій ПВКГ для прикладу 2.

Таблиця 17 - пріоритети альтернативних методів лікування ПВКГ для прикладу 2.

Таблиця 18 - розрахункові значення I_S та Δ_S відносно методів лікування ПВКГ для прикладу 2.

Таблиця 19 - пріоритети стадій ПВКГ відносно ознак (в даному випадку для зміни ДЗН) для прикладу 3.

Таблиця 20 - пріоритети стадій ПВКГ відносно ознак (в даному випадку для зміни поля зору) для прикладу 3.

Таблиця 21 - розрахункові значення I_S та Δ_S відносно ознак для прикладу 3.

Таблиця 22 - граничні пріоритети стадій ПВКГ для прикладу 3.

Таблиця 23 - пріоритети альтернативних методів лікування ПВКГ для прикладу 3.

Таблиця 24 - розрахункові значення I_S та Δ_S відносно методів лікування ПВКГ для прикладу 3.

Розглянемо більш докладно запропонований спосіб.

При постановці діагнозу лікар-офтальмолог стикається з безліччю ознак (наслідків) і ймовірних стадій ПВКГ (причин), які далеко не завжди є незалежними. Коли існує безліч взаємозалежних ознак, завдання визначення діагнозу, якому вони відповідають, ускладнюється. Лікування засноване на діагнозі, правильність якого, в свою чергу, залежить від того, наскільки вірно лікарі можуть встановити зв'язок між ознаками і стадіями. При цьому різні діагнози призводять до різних стратегій лікування. Тому для підтримки прийняття лікувально-діагностичних рішень доцільно застосовувати метод аналізу мереж (МАС), який дає логічну основу для зв'язку ознак з іншими знаннями про хворобу, використовуючи досвід експертів поряд з доступними статистичними даними. Один з головних аспектів МАС пов'язаний з обробкою експертних суджень за допомогою надійного математичного апарату.

Для задачі визначення стадії та вибору тактики лікування ПВКГ як альтернативи були взяті 4 ступеня тяжкості ПВКГ: s'_1 - початкова (I стадія); s'_2 - розвинена (II стадія); s'_3 - далекозайдена (III стадія); s'_4 - термінальна (IV стадія). Кожна зі стадій може бути діагностована за допомогою наборів показників (критеріїв). Як критерії використовуються показники, які найбільш виражено характеризують перебіг ПВКГ: 14 морфометричних показників ДЗН, отриманих в результаті ретинальної томографії (HRT-II) та 8 показників поля зору, отриманих в результаті кінетичної периметрії: X'_1 - площа ДЗН (мм^2); X'_2 - площа нейроретинального пояску (мм^2); X'_3 - об'єм нейроретинального пояску (мм^3); X'_4 - площа екскавації ДЗН (мм^2); X'_5 - об'єм екскавації ДЗН (мм^3); X'_6 - відношення площі екскавації до площі ДЗН; X'_7 - відношення діаметра екскавації до діаметра ДЗН; X'_8 - середня глибина екскавації (мм); X'_9 - максимальна глибина екскавації (мм); X'_{10} - повна тривимірна форма екскавації; X'_{11} - висота варіації поверхні сітківки вздовж контурної лінії (мм); X'_{12} - середня товщина шару нервових волокон по краю ДЗН (мм); X'_{13} - площа поперечного перерізу нервових волокон по краю ДЗН (мм^2); X'_{14} - референтна висота; X'_{15} - верхній радіус (град.); X'_{16} - верхньоносовий радіус (град.); X'_{17} - носовий радіус (град.); X'_{18} - нижньоносовий радіус (град.); X'_{19} - нижній радіус (град.); X'_{20} - нижньоскроневий радіус (град.); X'_{21} - скроневий радіус (град.); X'_{22} - верхньоскроневий радіус (град.). Підкритеріями виступають градації кожного діагностичного показника.

Також як альтернативи виступають три напрямки лікування ПВКГ: медикаментозне (консервативне) P_i, лазерне Z_i і хірургічне N_i. При цьому залежно від стадії ПВКГ та рівня ВОТ як початковий метод лікування вибирається тільки один. Кожен з наведених методів лікування ПВКГ спрямований на нормалізацію ВОТ і попередження зниження зорових функцій.

Медикаментозний метод лікування ПВКГ включає в себе лікарські препарати, які поділяються на такі групи: P_1 - селективні адренергічні агоністи; P_2 - неселективні адренергічні агоністи; P_3 - адренергічні антагоністи (β-блокатори); P_4 - інгібітори карбоангідрази; P_5 - парасимпатоміметики (холінергічні препарати); P_6 - похідні простогландину і простамід. При консультації з практикуючими лікарями-експертами був визначений наступний перелік підкритеріїв, за якими порівнюються групи лікарських препаратів: k_1 - ефективність дії; k_2 -

протипоказання до застосування; k_3 - алергічні реакції; k_4 - переносимість препарату; k_5 - побічні ефекти; k_6 - зручність застосування; k_7 - вартість; k_8 - частота застосування; k_9 - час виведення з організму; k_{10} - наявність консервантів. Однак при неефективності медикаментозного лікування ПВКГ і при відсутності протипоказань з боку загального стану здоров'я хворого потрібно в ранні терміни переходити до більш радикальних методів лікування - лазерного або патогенетично спрямованого хірургічного.

Лазерне лікування ПВКГ проводиться за наступними напрямками: Z_1 - лазерна іридотомія; Z_2 - лазерна трабекулопластія; Z_3 - лазерна іридопластія; Z_4 - циклофотокоагуляція. При виборі одного з видів лазерного методу лікування ПВКГ, як підкритерії оцінюються: d_1 - ефективність; d_2 - протипоказання до призначення; d_3 - побічні ефекти; d_4 - вартість; d_5 - післяопераційне медикаментозне лікування; d_6 - ускладнення; d_7 - період загоєння; d_8 - безпека.

Хірургічне втручання включає в себе антиглаукоматозні операції, які можна розділити на 2 основні групи: проникаюча хірургія глаукоми (N_1 - трабекулектомія і N_2 - трабекулотомія) і непроникаюча хірургія глаукоми (N_3 - глибока склеректомія і N_4 - віскоканалостомія). Багатокритеріальна оцінка різних видів хірургічних операцій проводиться за тими ж підкритеріями $b_1 \ldots b_8$, що і при лазерних втручаннях.

Далі відбувалась побудова максимально узагальненої мережі кластерів (або компонентів) та їх елементів, яка об'єднує всі керуючі критерії. При цьому знаходилась найбільш зручна форма розташування кластерів та їх елементів, і були введені відповідні позначення. Після цього з узагальненої мережі вибирались кластери, які мають відношення до кожного керуючого критерію або підкритерію, і встановлювались між ними зв'язки, відповідні зовнішнім і внутрішнім залежностям (впливам). Стрілка, спрямована від одного кластера до іншого, показує, що всі або деякі елементи другого кластера впливають на елементи першого.

На підставі наведених вихідних даних і сформульованих критеріїв, була побудована мережева модель для визначення стадії та вибору методу лікування ПВКГ (фіг. 1).

Потім проводилося формування матриць парних порівнянь на основі експертних суджень. При заповненні матриць, наведених в табл. 1-3, лікар відповідав на питання: “який з двох ознак є більш характерним для даної стадії глаукоми і наскільки більш характерним?”; “яка з двох стадій ПВКГ з більшою ймовірністю викликає появу даної ознаки і наскільки більшою ймовірністю?”; “який з двох методів лікування є більш характерним для даної стадії глаукоми і наскільки більш характерним?”.

Експертні судження записували в позиції, розташовані вище головної діагоналі. Елементами головної діагоналі є одиниці, а елементи нижньої трикутної частини матриці являють собою зворотні величини елементів з верхнього трикутника. Висловлювалися судження вербальними оцінками: однаково, помірно, сильно, дуже сильно і надзвичайно сильно. Цим оцінкам відповідали конкретні числа: 1, 3, 5, 7, 9. Проміжні значення 2, 4, 6, 8 використовувалися як компроміс між сусідніми вербальними оцінками. Для подання "зворотних" переваг застосовувалися зворотні величини, тобто 1/2,1/3,…, 1/9. Така шкала придатна для порівняння однорідних елементів будь-якої природи. Наприклад, коли ми з'ясовували, який з двох методів лікування є більш характерним для І стадії ПВКГ, медикаментозне або лазерне, ми отримали відповідь, що медикаментозне лікування набагато більш характерно (8) для цієї стадії.

Формування матриць парних порівнянь є ітераційної процедурою і досить трудомістким процесом, який робить неможливим виконувати формування матриць парних порівнянь індивідуально для кожного пацієнта. Тому, для кожного діагностичного показника були встановлені інтервали, які служать для визначення належності пацієнта до однорідної групи.

Далі визначалися вектори пріоритетів альтернатив, критеріїв і підкритеріїв з матриць парних порівнянь, заповнених експертами.

За отриманими на основі експертних оцінок матрицям парних порівнянь кожного елемента кластера обчислювалися локальні пріоритети порівнюваних елементів відповідно до виразу:

$$w_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n} a_{ij}} \Big/ \sum_{i=1}^{n} \sqrt[n]{\prod_{k=1}^{n} a_{ik}}, \qquad (1)$$

де n - кількість порівнюваних об'єктів; a_{ij}, a_{ik} - ступені пріоритету j-го порівнюваного об'єкту над k-м.

Таким чином, формується матриця локальних пріоритетів нижнього рівня w^1 розмірністю $m \times n$ елементів і вектор-стовпець верхнього рівня w^2 розмірністю n елементів. Елементи w^1 і w^2 визначаються за виразом (1) для відповідних матриць парних порівнянь. Вектор глобальних пріоритетів альтернатив w^g розмірністю m елементів визначається множенням відповідних локальних пріоритетів відповідно до виразу:

$$w^g = w^1 \times w^2. \qquad (2)$$

У табл. 4 записані вектори пріоритетів альтернативних методів лікування для кожної стадії ПВКГ, обчислені згідно з виразом (2) з матриць парних порівнянь, заповнених лікарем на основі експертних знань. Ці пріоритети показують, який з альтернативних методів є більш відповідним для лікування відповідної стадії ПВКГ.

Максимальне значення у векторі глобальних пріоритетів буде відповідати найкращому, з точки зору заданих критеріїв і суджень варіанту.

Потім перевіряється узгодженість оцінок в матриці і визначається помилка узгодженості.

Як міру неузгодженості застосовували індекс узгодженості I_S, який розраховується відповідно до виразу:

$$I_S = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i * \left(\sum_{j=1}^{n} a_{ij} \right) - n}{n-1}. \qquad (3)$$

Для того, щоб оцінити, чи є отримане узгодження прийнятним чи ні, його порівнювали з індексом узгодженості I_{SS} матриці того ж порядку, але заповненої випадковим чином (табл. 5).

Отримавши в результаті розрахунку індексу узгодженості і вибравши випадковий індекс для заданого порядку матриці, розрахували помилку узгодженості Δ_S за формулою:

$$\Delta_S = \frac{I_S}{I_{SS}}. \qquad (4)$$

Якщо величина $\Delta_S \le 0{,}15$, то ступінь узгодженості слід вважати добрим.

В іншому випадку (якщо $\Delta_S > 0{,}15$) експерту рекомендується переглянути свої судження.

Для цього необхідно виявити ті позиції в матриці суджень, які вносять максимальний внесок у величину відношення узгодженості, і спробувати змінити міру неузгодженості в меншу сторону на основі більш глибокого аналізу питання.

Далі для кожного керуючого критерію формується суперматриця, послідовно розмістивши в ній усі кластери і елементи, що містяться в цих кластерах, зверху вниз по вертикалі і зліва направо по горизонталі. Записуються до відповідних позицій суперматриці вектори пріоритетів, отримані з парних порівнянь, як підстовпці (блоки) відповідних стовпців суперматриці.

Суперматриця мережі, наведеної на фіг. 1, представлена на фіг. 2. Пріоритети, які записані в матриці-блоці W_{12}, вказують на найбільш ймовірний діагноз, якому відповідають спостережувані ознаки. На рівні ознак в матриці W_{21} записані пріоритети, що показують, яка ознака є більш характерною для даної стадії ПВКГ. Іншими словами, W_{12} представляє ймовірності стадій, що викликають дану ознаку, а W_{21} - матриця відносної важливості (характерності) ознак для розглянутих діагнозів (стадій). Обидві матриці W_{12} і W_{21} можуть бути побудовані або на основі статистичних даних, або на основі експертних суджень. Матриця W_{22} показує взаємні зв'язки між ознаками, які представляються експертними судженнями. Пріоритети, записані в матриці-блоці W_{31}, показують який з альтернативних методів є більш відповідним для лікування даної стадії ПВКГ.

Потім виконуються парні порівняння елементів кластерів, визначаючи їх вплив на елементи в інших кластерах, з якими вони пов'язані (зовнішня залежність), або на елементи власного

кластера (внутрішня залежність). У парних порівняннях визначається, який з двох елементів сильніше впливає на заданий елемент і наскільки сильніше. Проводяться парні порівняння кластерів за критеріями керуючої ієрархії. Отримані ваги використовуються як вагові коефіцієнти для елементів відповідних блоків суперматриці. Ваговий коефіцієнт прирівнюється до нуля, якщо кластер не впливає на інші кластери. В результаті множення суперматриці на вагові коефіцієнти кластерів виходить зважена суперматриця, стохастична по стовпцях.

Далі проводиться обчислення граничних пріоритетів стохастичної суперматриці для задачі визначення стадії ПВКГ (табл.6).

Результат, який надав МАС, - набір пріоритетів всіх елементів досліджуваної проблеми. В даному випадку в табл. 6 в першому стовпці отримано вектор граничних пріоритетів, які потім використовуються для вибору методу лікування найбільш вірогідної стадії ПВКГ з ознаками, які спостерігаються.

На заключному етапі визначаються результуючі пріоритети альтернатив (фіг. 3), шляхом множення граничних пріоритетів стохастичної суперматриці для задачі визначення стадії ПВКГ на вектори пріоритетів альтернативних методів лікування ПВКГ з табл. 4.

Корисність математичної моделі була перевірена на практиці при визначенні стадії та вибору тактики лікування ПВКГ у хворих, що проходили обстеження та лікування у Харківській міській клінічній лікарні № 14 ім. проф. Л.Л. Гіршмана.

Було обстежено 550 хворих ПВКГ. Усі пацієнти були розділені на 4 групи: 1-а група - 124 пацієнта з ПВКГ I стадії; 2-а група - 132 пацієнта з ПВКГ II стадії; 3-а група - 143 пацієнта з ПВКГ III стадії; 4-а група - 151 пацієнт з ПВКГ IV стадії. У 528 обстежуваних прогноз був поставлений безпомилково. Таким чином, прогноз підтвердився у 96 % випадків.

Запропонований спосіб ілюструється наступними клінічними прикладами.

Приклад 1.

Хворий Г., 1954 року народження, направлений з діагнозом "первинна відкритокутова глаукома, деструкція склистого тіла правого ока". Скарги на "темну мушку" перед правим оком. З анамнезу: хворих глаукомою серед родичів немає. Проведено обстеження:

1) Візометрія: vis OD 0,7 sph+0,5 D=0,9-1,0; vis OS 1,0.

2) Стандартна кінетична периметрія по Ферстеру. OD: поле зору 1-45°, поле зору 2-50°, поле зору 3-45°, поле зору 4-90°; OS: поле зору 1-50°, поле зору 2-55°, поле зору 3-45°, поле зору 4-90°, де поле зору 1 - поле зору по верхньоносовому радіусу, поле зору 2 - по горизонтальному носовому радіусу, поле зору 3 - по нижньоносовому радіусу, поле зору 4 - по горизонтальному скроневому радіусу. Дефекти в центральному полі зору не виявлені.

3) Тонометрія за Маклаковим: ВОТ OD 29 мм рт. ст., OS 21 мм рт. ст.

4) Біомікроскопія OD: око спокійне, рогівка прозора, передня камера середньої глибини, волога прозора, субатрофія пігментної кайми райдужки, строма райдужки не змінена. Кришталик прозорий, деструкція склистого тіла. Біомікроскопія OS: око спокійне, рогівка прозора, передня камера середньої глибини, волога прозора, райдужка не змінена. Кришталик прозорий.

5) Гоніоскопія OU: кут передньої камери відкритий, без патологічних змін, слабовиражена пігментація трабекули ендогенним пігментом.

6) Офтальмоскопія OD: ДЗН блідо-рожевий, межі чіткі, екскавація дещо розширена, округлої форми, середньої глибини, Е/Д 0,5-0,6. Артерії помірно звужені, вени незначно повнокровні. Офтальмоскопія OS: ДЗН блідо-рожевий, межі чіткі, екскавація округлої форми, середньої глибини, скроневий край пологий, Е/Д 0,3. Артерії помірно звужені, вени незначно повнокровні.

7) Ретинотомографічне дослідження OD (Heidelberg Retina Tomograph II, Heidelberg Engineering): Disc Area=2,297 мм^2, Cup Area=0,744 мм^2, Cup / Disc Area Ratio=0,324, Cup Volume=0,157 мм^3, Linear Cup / Disc Ratio=0,569, Rim Area=1,552 мм2, Rim Volume=0,237 мм^3, Cup Shape Measure = -0,139, Mean Cup Depth=0,212 мм, Mean RNFL Thickness=0,152 мм, RNFL Cross Sectional Area=0,819 мм^2, Reference Height=0,274 мм.

Визначення стадії ПВКГ проводиться за наступною схемою.

1) Лікар-офтальмолог (експерт) у відповідності з отриманими діагностичними даними і на підставі власних умовиводів заповнює таблиці (матриці) парних порівнянь стадій ПВКГ відносно ознак, які спостерігаються. Отримані матриці приведені в табл. 7-8.

2) Згідно з формулами (1), (2) розраховуються пріоритети стадій ПВКГ відносно ознак, які представлені також в табл. 7-8.

3) Перевірка узгодженості оцінок в матрицях парних порівнянь полягає в визначенні індексу узгодженості I_S та помилки узгодженості Δ_S за формулами (3), (4).

Результати перевірки узгодженості думки експерта відносно ознак представлені в табл. 9.

Так як ступінь чисельної і кардинальної узгодженості суджень експерта не перевищує 15 %, то можна говорити про достовірність порівнянь, виконаних експертом (3,88 % <15 %, 8,96 % <15 %).

4) Формування суперматриці для мережевої структури, зображеної на фіг. 1. Суперматриця для задачі визначення стадій ПВКГ представлена на фіг. 4.

5) Приведення отриманої суперматриці до стохастичного виду (фіг. 5) та зведення її до граничних ступенів (фіг. 6).

6) Згідно з формулами (1), (2) розраховуються граничні пріоритети стадій.

Результат парних порівнянь елементів можливо представити в наступному вигляді:

$S_1' \to S_2' \to S_3' \to S_4'$.

З табл. 10 видно, що максимальне значення узагальненого критерію відповідає I стадії ПВКГ. Отриманий результат відповідає клінічним даним.

Визначення методу лікування ПВКГ проводиться в наступному порядку.

1) Лікар-офтальмолог (експерт) у відповідності з виявленою стадією ПВКГ і на підставі власних умовиводів заповнює таблицю (матрицю) парних порівнянь методів лікування ПВКГ для діагнозу I стадія глаукоми. Отримана матриця приведена в табл. 11.

2) За формулами (1), (2) розраховуються пріоритети альтернативних методів лікування, які представлені також в табл. 11.

3) Оцінка узгодженості в матрицях парних порівнянь проводилася за допомогою індексу узгодженості I_S та помилки узгодженості Δ_S, які обчислювалися за формулами (3), (4).

Результати перевірки узгодженості думки експерта відносно методів лікування ПВКГ представлені в табл. 12.

Згідно з табл. 6 можливо стверджувати про достовірність порівнянь, виконаних експертом, оскільки 6,46 %<15 %.

4) Визначення результуючих пріоритетів альтернатив проводиться шляхом множення граничних пріоритетів стадій ПВКГ (табл. 10) на вектори пріоритетів альтернативних методів лікування ПВКГ з табл. 11.

$$\begin{vmatrix} 0{,}7837 & 0{,}5936 & 0{,}2381 & 0{,}1935 \\ 0{,}0812 & 0{,}1570 & 0{,}0476 & 0{,}0322 \\ 0{,}1349 & 0{,}2493 & 0{,}7142 & 0{,}7741 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0{,}7106 \\ 0{,}1662 \\ 0{,}0644 \\ 0{,}0586 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0{,}6822 \\ 0{,}0887 \\ 0{,}2286 \end{vmatrix} \begin{matrix} \text{Медикамент озне} \\ \text{Лазерне} \\ \text{Хірургічне} \end{matrix}$$

Отримані пріоритети показують, який з альтернативних методів є більш оптимальним для лікування I стадії ПВКГ. Аналізуючи отримані результати лікарем-офтальмологом було прийнято рішення, що для даного пацієнта доцільно застосувати медикаментозне лікування (0,6822).

Приклад 2.

Хворий К., 1943 року народження, був прийнятий у МКЛ № 14 з діагнозом "відкритокутова глаукома правого ока, початкова катаракта обох очей". Скарги на зниження зору обох очей. Закапував у праве око арутімол 2 рази на день. З анамнезу: глаукома у матері. Проведено обстеження:

1) Візометрія: vis OD 0,3 sph+2,5 D=0,6; vis OS 0,5 sph+2,0 D=0,8.

2) Стандартна кінетична периметрія по Ферстеру. OD: поле зору 1-30°, поле зору 2-35°, поле зору 3-25°, поле зору 4-75°; OS: поле зору 1-50°, поле зору 2-50°, поле зору 3-45°, поле зору 4-85°.

3) Тонометрія за Маклаковим: ВОТ OD 28 мм рт. ст., OS 21 мм рт. ст.

4) Біомікроскопія: OD - спокійний, епісклеральні судини помірно розширені, рогівка прозора, передня камера середньої глибини. Субатрофія пігментної кайми райдужки. Часткове помутніння кришталика переважно в кортикальних шарах. OS - спокійний, рогівка прозора, передня камера середньої глибини. Пігментна кайма і строма райдужки не змінені, початкові помутніння кортикальних шарів кришталика.

5) Гоніоскопія: OD - кут передньої камери відкритий, помірна екзогенна пігментація трабекулярної зони. OS - кут передньої камери відкритий, без патологічних змін.

6) Офтальмоскопія: OD - ДЗН з чіткими контурами, розширення екскавації, Е/Д 0,7. OS - ДЗН блідо-рожевий, межі чіткі, екскавація округлої форми, Е/Д 0,2.

7) Ретинотомографічне дослідження OD: Disc Area=2,284 мм^2, Cup Area=1,097 мм^2, Cup / Disc Area Ratio=0,480, Cup Volume=0,130 мм^3, Linear Cup / Disc Ratio=0,693, Rim Area=1,188 мм^2, Rim Volume=0,225 мм^3, Cup Shape Measure = -0,005, Mean Cup Depth=0,194 мм, Mean RNFL Thickness=0,129 мм, RNFL Cross Sectional Area=0,699 мм^2, Reference Height=0,306 мм.

Визначення стадії ПВКГ включає проведення наступних етапів.

1) У відповідності з отриманими діагностичними даними і на підставі власних умовиводів лікар-офтальмолог (експерт) заповнює таблиці (матриці) парних порівнянь стадій ПВКГ відносно ознак, які спостерігаються. Отримані матриці приведені в табл. 13-14.

2) Розраховуються пріоритети стадій ПВКГ відносно ознак, які представлені також в табл. 13-14 згідно з формулами (1), (2).

3) Перевіряється узгодженість оцінок в матрицях парних порівнянь, яка полягає в визначенні індексу узгодженості I_S та помилки узгодженості Δ_S за формулами (3), (4).

Результати перевірки узгодженості думки експерта відносно ознак наведені в табл. 15.

Згідно з аналізом табл. 15 можна говорити про достовірність порівнянь, виконаних експертом, оскільки ступінь чисельної і кардинальної узгодженості суджень експерта не перевищує 15 % (7,87 % <15 %, 3,84 % <15 %).

4) Формується суперматриця для мережевої структури, зображеної на фіг. 1. Суперматриця для задачі визначення стадій ПВКГ представлена на фіг. 7.

5) Здійснюється приведення отриманої суперматриці до стохастичного виду (фіг. 8) та зведення її до граничних ступенів (фіг. 9).

6) Розраховуються граничні пріоритети стадій ПВКГ відносно ознак для граничної суперматриці згідно з формулами (1), (2). Результати наведені в табл. 16.

Результат парних порівнянь елементів можливо представити в наступному вигляді:

$S_2' \to S_1' \to S_3' \to S_4'$.

З табл. 16 видно, що максимальне значення узагальненого критерію відповідає II стадії ПВКГ. Отриманий результат відповідає клінічним даним. Визначення методу лікування ПВКГ проводиться в наступному порядку.

1) У відповідності з виявленою стадією ПВКГ і на підставі власних умовиводів лікар-офтальмолог (експерт) заповнює таблицю (матрицю) парних порівнянь методів лікування ПВКГ для діагнозу II стадія глаукоми. Отримана матриця приведена в табл. 17.

2) Розраховуються пріоритети альтернативних методів лікування згідно з формулами (1), (2). Результати представлені також в табл. 17.

3) Оцінюється узгодженість в матрицях парних порівнянь за допомогою індексу узгодженості I_S та помилки узгодженості Δ_S, які обчислювалися за формулами (3), (4).

Результати перевірки узгодженості думки експерта відносно методів лікування ПВКГ представлені в табл. 18.

Згідно з табл. 18 можна стверджувати про достовірність порівнянь, виконаних експертом, оскільки 9,99 %<15 %.

4) Визначаються результуючі пріоритети альтернатив шляхом множення граничних пріоритетів стадій ПВКГ (табл. 16) на вектори пріоритетів альтернативних методів лікування ПВКГ з табл. 17.

$$\begin{vmatrix} 0{,}8181 & 0{,}2493 & 0{,}2381 & 0{,}1935 \\ 0{,}0909 & 0{,}5936 & 0{,}0476 & 0{,}0322 \\ 0{,}0909 & 0{,}1570 & 0{,}7142 & 0{,}7741 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0{,}1523 \\ 0{,}7171 \\ 0{,}0740 \\ 0{,}0564 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0{,}3319 \\ 0{,}4448 \\ 0{,}2229 \end{vmatrix} \begin{matrix} \text{Медикамент озне} \\ \text{Лазерне} \\ \text{Хірургічне} \end{matrix}$$

Згідно з отриманими пріоритетами можна визначити, який з альтернативних методів є більш оптимальним для лікування II стадії ПВКГ. Аналізуючи отримані результати лікарем-офтальмологом було прийнято рішення, що для даного пацієнта доцільно застосувати лазерне лікування (0,4448) з метою стабілізації глаукоматозного процесу.

Приклад 3.

Хвора П., 1938 року народження, була прийнята в МКЛ № 14 з діагнозом "відкритокутова глаукома лівого ока, початкова катаракта обох очей". Скарги на зниження зору обох очей. Закапувала у ліве око ланотан 1 раз на день. Наявність в сім'ї хворих глаукомою заперечує. Дані обстеження:

1) Візометрія: vis OD 0,5 sph+1,0 D=0,7; vis OS=0,4, н/к.

2) Стандартна кінетична периметрія по Ферстеру. OD: поле зору 1-50°, поле зору 2-55°, поле зору 3-45°, поле зору 4-90°; OS: поле зору 1-25°, поле зору 2-15°, поле зору 3-10°, поле зору 4-50°.

3) Тонометрія за Маклаковим: ВОТ OD 20 мм рт. ст., OS 28 мм рт. ст.

4) Біомікроскопія: OD - спокійний, рогівка прозора, передня камера середньої глибини. Субатрофія пігментної кайми райдужки, строма райдужки не змінена. Початкові помутніння кортикальних шарів кришталика. OS - спокійний, рогівка прозора, передня камера середньої

глибини. Субатрофія пігментної кайми і строми райдужки, псевдоексфоліації на зіничному краю та передній капсулі кришталика. Початкові помутніння кришталика з перевагою в кортикальних шарах.

5) Гоніоскопія: OD - кут передньої камери відкритий, слабовиражена пігментація трабекули ендогенним пігментом. OS - кут передньої камери відкритий, виражена змішана пігментація трабекули і шлемова каналу, псевдоексфоліації.

6) Офтальмоскопія OD: ДЗН блідо-рожевий, межі чіткі, екскавація округлої форми, середньої глибини, Е/Д OD 0,2; OS: ДЗН деколорований, виражена глаукоматозна екскавація зі зміщенням судин до краю воронки, Е/Д 0,8-0,9.

7) Ретинотомографічне дослідження OS: Disc Area=1,884 мм2, Cup Area=1,049 мм^2, Cup / Disc Area Ratio=0,556, Cup Volume=0,383 мм^3, Linear Cup / Disc Ratio=0,746, Rim Area=0,836 мм^2, Rim Volume=0,079 мм^3, Cup Shape Measure = -0,154, Mean Cup Depth=0,344 мм, Mean RNFL Thickness=0,055 мм, RNFL Cross Sectional Area=0,266 мм^2, Reference Height=0,259 мм.

Визначення стадії ПВКГ проводиться за наступною схемою.

1) Лікар-офтальмолог (експерт) у відповідності з отриманими діагностичними даними і на підставі власних умовиводів заповнює таблиці (матриці) парних порівнянь стадій ПВКГ відносно ознак, які спостерігаються. Отримані матриці приведені в табл. 19-20.

2) За допомогою формул (1), (2) розраховуються пріоритети стадій ПВКГ відносно ознак, які представлені також в табл. 19-20.

3) Перевірка узгодженості оцінок в матрицях парних порівнянь полягає в визначенні індексу узгодженості I_S та помилки узгодженості Δ_S за формулами (3), (4).

Результати перевірки узгодженості думки експерта відносно ознак представлені в табл. 21.

Оскільки ступінь чисельної і кардинальної узгодженості суджень експерта не перевищує 15 %, то можна говорити про достовірність порівнянь, виконаних експертом (6,52 % <15 %, 8,66 % <15 %).

4) Формування суперматриці для мережевої структури, зображеної на фіг. 1. Суперматриця для задачі визначення стадій ПВКГ представлена на фіг. 10.

5) Приведення отриманої суперматриці до стохастичного виду (фіг. 11) та зведення її до граничних ступенів (фіг. 12).

6) Згідно з формулами (1), (2) розраховуються граничні пріоритети стадій ПВКГ відносно ознак для граничної суперматриці (табл. 22).

Результат парних порівнянь елементів можливо представити в наступному вигляді:

$S_3' \to S_4' \to S_2' \to S_1'$.

З табл. 22 видно, що максимальне значення узагальненого критерію відповідає III стадії ПВКГ. Отриманий результат відповідає клінічним даним. Визначення методу лікування ПВКГ проводиться в наступному порядку.

1) Лікар-офтальмолог (експерт) у відповідності з виявленою стадією ПВКГ і на підставі власних умовиводів заповнює таблицю (матрицю) парних порівнянь методів лікування ПВКГ для діагнозу III стадія глаукоми. Отримана матриця приведена в табл. 23.

2) За формулами (1), (2) розраховуються пріоритети альтернативних методів лікування, які представлені також в табл. 23.

3) Оцінка узгодженості в матрицях парних порівнянь проводилася за допомогою індексу узгодженості I_S та помилки узгодженості Δ_S, які обчислювалися за формулами (3), (4).

Результати перевірки узгодженості думки експерта відносно методів лікування ПВКГ представлені в табл. 24.

Згідно з табл. 6 можливо стверджувати про достовірність порівнянь, виконаних експертом, оскільки 6,46 %<15 %.

4) Визначення результуючих пріоритетів альтернатив проводиться шляхом множення граничних пріоритетів стадій ПВКГ (табл. 22) на вектори пріоритетів альтернативних методів лікування ПВКГ з табл. 23.

$$\begin{vmatrix} 0{,}8181 & 0{,}5936 & 0{,}1349 & 0{,}1935 \\ 0{,}0909 & 0{,}1570 & 0{,}0812 & 0{,}0322 \\ 0{,}0909 & 0{,}2493 & 0{,}7837 & 0{,}7741 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0{,}0479 \\ 0{,}0881 \\ 0{,}7198 \\ 0{,}1440 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0{,}2164 \\ 0{,}0813 \\ 0{,}7019 \end{vmatrix} \begin{matrix} \text{Медикамент озне} \\ \text{Лазерне} \\ \text{Хірургічне} \end{matrix}$$

Отримані пріоритети показують, який з альтернативних методів є більш оптимальним для лікування III стадії ПВКГ. Аналізуючи отримані результати лікарем-офтальмологом було прийнято рішення, що для даного пацієнта доцільно застосувати хірургічне втручання (0,7019) з метою зниження ВОТ та збереження зорових функцій.

Таким чином, запропонований спосіб є достовірним прогнозом стадії та методу лікування ПВКГ.

Кінцевий результат корисної моделі - отримання пріоритетів альтернативних методів лікування ПВКГ, на підставі яких можливо визначити, який з методів лікування є найбільш підходящим для відповідної стадії ПВКГ, підвищення достовірності і обґрунтованості рішення на основних етапах діагностики та формування лікувальних заходів.

Запропонований спосіб легко відтворюється в поліклінічних або стаціонарних умовах і при його використанні досягається висока достовірність та обґрунтованість рішення на основних етапах діагностики і вибору тактики лікування пацієнтів з ПВКГ.

Таблиця 1

I стадія	Зміни ДЗН	Зміни поля зору
Зміни ДЗН	1	3
Зміни поля зору	1/3	1

Таблиця 2

Зміни ДЗН	I стадія	II стадія	III стадія	IV стадія
I стадія	1	1/2	1/2	1/3
II стадія	2	1	1/2	1/3
III стадія	2	2	1	1/2
IV стадія	3	3	2	1

Таблиця 3

I стадія	Медикаментозне	Лазерне	Хірургічне
Медикаментозне	1	8	8
Лазерне	1/8	1	1
Хірургічне	1/8	1	1

Таблиця 4

Стадії глаукоми	Методи лікування		
	Медикаментозне	Лазерне	Хірургічне
I стадія	0,81818	0,09091	0,09091
II стадія	0,59363	0,15706	0,24931
III стадія	0,23812	0,04763	0,71425
IV стадія	0,19357	0,03227	0,77416

Таблиця 5

Порядок матриці суджень n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Випадковий індекс узгодженості	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Таблиця 6

	Пріоритети з граничної матриці	Пріоритети, нормовані за компонентами (кластерам)
I стадія	0,039349	0,11805
II стадія	0,053594	0,16078
III стадія	0,091602	0,27481
IV стадія	0,148788	0,44636

Таблиця 7

Зміни ДЗН	s_1'	s_2'	s_3'	s_4'	Пріоритети
s_1'	1	8	9	9	0,733084
s_2'	1/8	1	2	3	0,135213
s_3'	1/9	1/2	1	1	0,068605
s_4'	1/9	1/3	1	1	0,063099

Таблиця 8

Зміни поля зору	s_1'	s_2'	s_3'	s_4'	Пріоритети
s_1'	1	6	8	9	0,681200
s_2'	1/6	1	4	6	0,207130
s_3'	1/8	1/4	1	1	0,059006
s_4'	1/9	1/6	1	1	0,052664

Таблиця 9

	Зміни ДЗН	Зміни поля зору
I_S	0,0346	0,0798
Δ_S	0,0388	0,0896

Таблиця 10

	Пріоритети з граничної матриці	Пріоритети, нормовані за компонентами (кластерам)
s_1'	0,236898	0,71069
s_2'	0,055416	0,16625
s_3'	0,021488	0,06446
s_4'	0,019532	0,05860

Таблиця 11

s_1'	Медикаментозне	Лазерне	Хірургічне	Пріоритети
Медикаментозне	1	8	7	0,783772
Лазерне	1/8	1	1/2	0,081299
Хірургічне	1/7	2	1	0,134929

Таблиця 12

I_S	0,0336
Δ_S	0,0646

Таблиця 13

Зміни ДЗН	s_1'	s_2'	s_3'	s_4'	Пріоритети
s_1'	1	1/8	3	4	0,159474
s_2'	8	1	8	9	0,720237
s_3'	1/3	1/8	1	1	0,062926
s_4'	1/4	1/9	1	1	0,057363

Таблиця 14

Зміни поля зору	s_1'	s_2'	s_3'	s_4'	Пріоритети
s_1'	1	1/7	2	3	0,143491
s_2'	7	1	8	9	0,713340
s_3'	1/2	1/8	1	2	0,087847
s_4'	1/3	1/9	1/2	1	0,055322

Таблиця 15

	Зміни ДЗН	Зміни поля зору
I_S	0,0701	0,0342
Δ_S	0,0787	0,0384

Таблиця 16

	Пріоритети з граничної матриці	Пріоритети, нормовані за компонентами (кластерам)
s_1'	0,050777	0,15233
s_2'	0,239047	0,71714
s_3'	0,024693	0,07408
s_4'	0,018817	0,05645

Таблиця 17

s_1'	Медикаментозне	Лазерне	Хірургічне	Пріоритети
Медикаментозне	1	1/3	2	0,249310
Лазерне	3	1	3	0,593634
Хірургічне	1/2	1/3	1	0,157056

Таблиця 18

I_S	0,0516
Δ_S	0,0992

Таблиця 19

Зміни ДЗН	s_1'	s_2'	s_3'	s_4'	Пріоритети
s_1'	1	1/8	3	4	0,050102
s_2'	8	1	8	9	0,083318
s_3'	1/3	1/8	1	1	0,721655
s_4'	1/4	1/9	1	1	0,144926

Таблиця 20

Зміни поля зору	s_1'	s_2'	s_3'	s_4'	Пріоритети
s_1'	1	1/3	1/9	1/4	0,045731
s_2'	3	1	1/8	1/2	0,093119
s_3'	9	8	1	8	0,717998
s_4'	4	2	1/8	1	0,143152

Таблиця 21

	Зміни ДЗН	Зміни поля зору
I_S	0,0581	0,0771
Δ_S	0,0652	0,0866

Таблиця 22

	Пріоритети з граничної матриці	Пріоритети, нормовані за компонентами (кластерам)
s_1'	0,015985	0,04795
s_2'	0,029378	0,08813
s_3'	0,239953	0,71986
s_4'	0,048018	0,14405

Таблиця 23

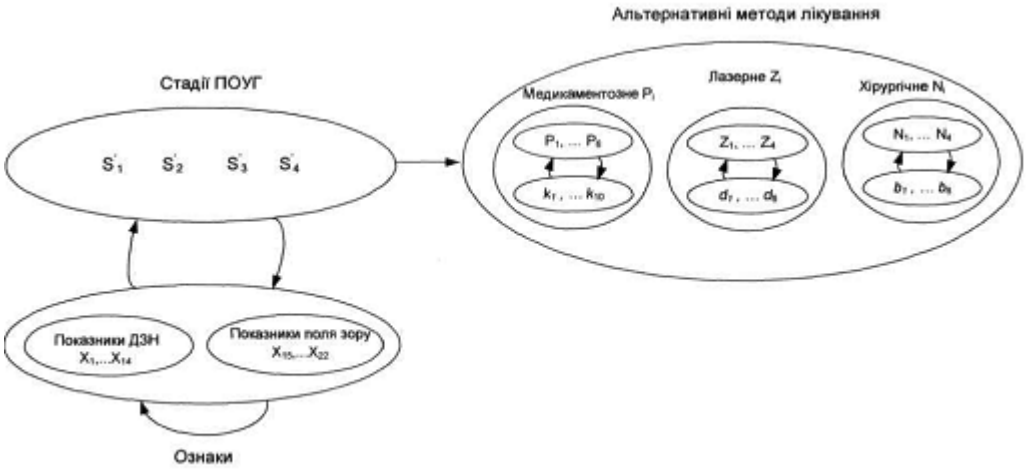
s_1'	Медикаментозне	Лазерне	Хірургічне	Пріоритети
Медикаментозне	1	2	1/7	0,134929
Лазерне	1/2	1	1/8	0,081299
Хірургічне	7	8	1	0,783772

Таблиця 24

I_S	0,0336
Δ_S	0,0646

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб уточнюючої діагностики для вибору тактики лікування первинної відкритокутової глаукоми, що полягає в тому, що на підставі ретинотомографічних показників визначають стан пацієнта, за допомогою математичного апарату для прийняття рішень в умовах невизначеності з безлічі діагнозів уточнюють стадію первинної відритокутової глаукоми і на цій підставі обирають метод лазерного або хірургічного лікування, здійснюють вибір лікарських засобів, який **відрізняється** тим, що визначення стадії первинної відритокутової глаукоми, вибір методу лікування для кожної стадії та здійснення багатокритеріальної оцінки лікарських засобів і різних видів антиглаукоматозних втручань проводять за допомогою методу аналізу мереж, що дозволяє враховувати залежності між показниками і зворотні зв'язки, додатково для визначення стану пацієнта проводять кінетичну периметрію, уточнення діагнозу здійснюється за допомогою експертних оцінок, як первинний етап лікування може бути призначена медикаментозна терапія.



Фіг. 1

$$W = \begin{array}{c} \\ \text{Стадія} \\ \text{Ознаки} \\ \text{Лікування} \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} \text{Стадія} & \text{Ознаки} & \text{Лікування} \end{array} \\ \begin{Vmatrix} 0 & \alpha_1 W_{12} & 0 \\ \beta_1 W_{21} & \alpha_2 W_{22} & 0 \\ \beta_2 W_{31} & 0 & I \end{Vmatrix} \end{array}$$

Фіг. 2

$$\begin{vmatrix} 0.8181 & 0.5936 & 0.2381 & 0.1935 \\ 0.0909 & 0.1570 & 0.0476 & 0.0322 \\ 0.0909 & 0.2493 & 0.7142 & 0.7741 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0.1180 \\ 0.1607 \\ 0.2748 \\ 0.4463 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0.34371625 \\ 0.06340744 \\ 0.5925317 \end{vmatrix} \begin{array}{l} \text{Медикаментозне} \\ \text{Лазерне} \\ \text{Хірургічне} \end{array}$$

Фіг. 3

		Альтернативи I стадія	II стадія	III стадія	IV стадія	Критерії Зміни ДЗН	Зміни ПЗ
Альтернативи	I стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.733084	0.681200
	II стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.135213	0.207130
	III стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.068605	0.059006
	IV стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.063099	0.052664
Критерії	Зміни ДЗН	0.750000	0.666667	0.500000	0.500000	0.000000	1.000000
	Зміни ПЗ	0.250000	0.333333	0.500000	0.500000	1.000000	0.000000

Фіг. 4

		Альтернативи I стадія	II стадія	III стадія	IV стадія	Критерії Зміни ДЗН	Зміни ПЗ
Альтернативи	I стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.366542	0.340600
	II стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.067606	0.103565
	III стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.034303	0.029503
	IV стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.031549	0.026332
Критерії	Зміни ДЗН	0.750000	0.666667	0.500000	0.500000	0.000000	0.500000
	Зміни ПЗ	0.250000	0.333333	0.500000	0.500000	0.500000	0.000000

Фіг. 5

		Альтернативи I стадія	II стадія	III стадія	IV стадія	Критерії Зміни ДЗН	Зміни ПЗ
Альтернативи	I стадія	0.236898	0.236898	0.236898	0.236898	0.236898	0.236898
	II стадія	0.055416	0.055416	0.055416	0.055416	0.055416	0.055416
	III стадія	0.021488	0.021488	0.021488	0.021488	0.021488	0.021488
	IV стадія	0.019532	0.019532	0.019532	0.019532	0.019532	0.019532
Критерії	Зміни ДЗН	0.378974	0.378974	0.378974	0.378974	0.378974	0.378974
	Зміни ПЗ	0.287693	0.287693	0.287693	0.287693	0.287693	0.287693

Фіг. 6

		Альтернативи I стадія	II стадія	III стадія	IV стадія	Критерії Зміни ДЗН	Зміни ПЗ
Альтернативи	I стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.159474	0.143508
	II стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.720237	0.713315
	III стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.062926	0.087852
	IV стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.057363	0.055325
Критерії	Зміни ДЗН	0.750000	0.666667	0.500000	0.500000	0.000000	1.000000
	Зміни ПЗ	0.250000	0.333333	0.500000	0.500000	1.000000	0.000000

Фіг. 7

		Альтернативи				Критерії	
		I стадія	II стадія	III стадія	IV стадія	Зміни ДЗН	Зміни ПЗ
Альтернативи	I стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.079737	0.071754
	II стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.360119	0.356658
	III стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.031463	0.043926
	IV стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.028681	0.027662
Критерії	Зміни ДЗН	0.750000	0.666667	0.500000	0.500000	0.000000	0.500000
	Зміни ПЗ	0.250000	0.333333	0.500000	0.500000	0.500000	0.000000

Фіг. 8

		Альтернативи				Критерії	
		I стадія	II стадія	III стадія	IV стадія	Зміни ДЗН	Зміни ПЗ
Альтернативи	I стадія	0.050777	0.050777	0.050777	0.050777	0.050777	0.050777
	II стадія	0.239047	0.239047	0.239047	0.239047	0.239047	0.239047
	III стадія	0.024693	0.024693	0.024693	0.024693	0.024693	0.024693
	IV стадія	0.018817	0.018817	0.018817	0.018817	0.018817	0.018817
Критерії	Зміни ДЗН	0.368357	0.368357	0.368357	0.368357	0.368357	0.368357
	Зміни ПЗ	0.298310	0.298310	0.298310	0.298310	0.298310	0.298310

Фіг. 9

		Альтернативи				Критерії	
		I стадія	II стадія	III стадія	IV стадія	Зміни ДЗН	Зміни ПЗ
Альтернативи	I стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.050102	0.045730
	II стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.083318	0.093122
	III стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.721655	0.717997
	IV стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.144926	0.143151
Критерії	Зміни ДЗН	0.750000	0.666667	0.500000	0.500000	0.000000	1.000000
	Зміни ПЗ	0.250000	0.333333	0.500000	0.500000	1.000000	0.000000

Фіг. 10

		Альтернативи				Критерії	
		I стадія	II стадія	III стадія	IV стадія	Зміни ДЗН	Зміни ПЗ
Альтернативи	I стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.025051	0.022865
	II стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.041659	0.046561
	III стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.360827	0.358998
	IV стадія	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.072463	0.071576
Критерії	Зміни ДЗН	0.750000	0.666667	0.500000	0.500000	0.000000	0.500000
	Зміни ПЗ	0.250000	0.333333	0.500000	0.500000	0.500000	0.000000

Фіг. 11

		Альтернативи				Критерії	
		I стадія	II стадія	III стадія	IV стадія	Зміни ДЗН	Зміни ПЗ
Альтернативи	I стадія	0.015985	0.015985	0.015985	0.015985	0.015985	0.015985
	II стадія	0.029378	0.029378	0.029378	0.029378	0.029378	0.029378
	III стадія	0.239953	0.239953	0.239953	0.239953	0.239953	0.239953
	IV стадія	0.048018	0.048018	0.048018	0.048018	0.048018	0.048018
Критерії	Зміни ДЗН	0.339262	0.339262	0.339262	0.339262	0.339262	0.339262
	Зміни ПЗ	0.327405	0.327405	0.327405	0.327405	0.327405	0.327405

Фіг. 12

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601