



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **106845** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
A61B 8/00
A61B 5/11 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

- (21) Номер заявки: **а 2013 10500**
(22) Дата подання заявки: **28.08.2013**
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: **10.10.2014**
(41) Публікація відомостей про заявку: **25.12.2013, Бюл.№ 24**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **10.10.2014, Бюл.№ 19**
(72) Винахідник(и):
Книшов Геннадій Васильович (UA),
Трембовецька Олена Михайлівна (UA),
Захарова Валентина Петрівна (UA),
Савчук Тетяна Василівна (UA),
Руденко Костянтин Володимирович (UA),
Мороз Майя Миколаївна (UA),
Бацак Богдан Вадимович (UA),
Руденко Олена Володимирівна (UA),
Білінський Євген Олександрович (UA),
Приходько Тетяна Олександрівна (UA)
(73) Власник(и):
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА "НАЦІОНАЛЬНИЙ
ІНСТИТУТ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ ХІРУРГІЇ ІМ.
М.М. АМОСОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ",
вул. М. Амосова, 6, м. Київ-110, 03680 (UA)
(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:
Blessberger H. Two dimensional speckle tracking echocardiography: basic principles/Hermann Blessberger, Thomas Binder//Heart.-2010.-Vol.96.- №9.-P.716-722. [Інтернет-публікація], URL: <http://heart.bmj.com/sci-hub.org/content/96/9/716.long> (Знайдено 15.07.2014)
Tanaka T. Left ventricular apical rotation, but not basal rotation contributes to twist in normal subjects: Evaluation by a Novel automated three-dimensional-wall motion tracking technique (abstract)/ Takeo Tanaka, Kazuya Murata et al. //Circulation.-2009.-120-S742. [Інтернет-публікація], URL: http://circ.ahajournals.org/cgi/content/meeting_abstract/.../S742-b (Знайдено 14.07.2014)
Kim Won-Jang. Apical rotation assessed by speckle-tracking echocardiography as an index of global left ventricular contractility/ Won-Jang Kim, Byenong Han Lee et al// Circ. Cardiovascular Imaging.-2009. - №2. - P.123-131. [Інтернет-публікація], URL: <http://circimaging.ahajournals.org/content/2/2/123.long> (Знайдено 14.07.2014)

- (56) Popescu Bogdan A. Left ventricular twist in physiology and disease/ Bogdan A.Popescu// EAE Teaching Course, Sofia, Apr. 2012. [Інтернет-публікація], URL: <http://www.escardio.org/communities/EACVI/Documents/sofia-april-2012/Left-Ventricular-Twist-physiology-disease-Popescu.pdf> (Знайдено 14.07.2014)
Mondillo S. Speckle-Tracking Echocardiography. A New Technique for Assessing Myocardial Function/Sergio Mondillo, Maurizio Galderisi, Donato Mele et al// JUM.-2011.- Vol. 30.- №1. - P.71-83. [Інтернет-публікація], URL: <http://www.jultrasoundmed.org/content/30/1/71.full> (Збережено Way Back Machine 26.02.2013, знайдено 14.07.2014)
Sengupta P. Twist Mechanics of the Left Ventricle. Principles and Application / Partho P. Sengupta, A. Jamil Tajik, Krishnaswamy Chandrasekaran, Bijoy K. Khandheria// J Am Coll Cardiol Img.- 2008. -Vol. 1(3).- P. 366-376. [Інтернет-публікація], URL: <http://imaging.onlinejacc.org/article.aspx?articleid=1109251> (Знайдено 14.07.2014)
Коваленко В.М. Геометрія скорочення лівого шлуночка- новий погляд на проблему через призму структурної організації міокарду/В.М.Коваленко, О.Г.Несукай та ін.// Укр.Мед.Часопис. - 2013. - №2(94). - С.183-187. [Інтернет-публікація], URL: <http://www.umj.com.ua/wp-content/uploads/2013/04/4086.pdf> (Збережено Way Back Machine 31.05.2013, знайдено 14.07.2014)
Дзяк Г.В. Новые возможности в оценке структурно-функционального состояния миокарда при гипертонической болезни/ Г.В.Дзяк, М.Ю. Колесник //Здоров'я України. - 2013. - №1 (26). - С.24-25. [Інтернет-публікація], URL: <http://health-ua.com/articles/9968.html> (Знайдено 14.07.2014)
Хадгезова А.Б. Новые возможности оценки функционального состояния сердца при артериальной гипертензии/ А.Б. Хадгезова, Е.Н. Ющук и др.//Мед.журнал «SonoAce-Ultrasound». - 2012. - №24. [Інтернет-публікація], URL: <http://www.medisson.ru/si/art358.htm> (Знайдено 14.07.2014)
Lang R.M. Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца/ Roberto M. Lang, Michelle Bierig, Richard B. Devereux et al//Российский кардиологический журнал. - 2012 - №3(95). [Інтернет-публікація], URL: <http://webmed.irkutsk.ru/doc/pdf/echo.pdf> (Знайдено 14.07.2014)
UA 79967 U, 13.05.2013

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ СТАНУ МІОКАРДА ЛІВОГО ШЛУНОЧКА

(57) Реферат:

UA 106845 C2

Винахід належить до медицини, зокрема до кардіохірургії та кардіології, і стосується способу оцінки стану міокарда лівого шлуночка, що включає проведення трансторакальної ехокардіографії серця із парастернального доступу по короткій осі на базальному та апікальному рівнях та визначення кута ротації сегментів лівого шлуночка, який характеризується тим, що візуалізацію апікального зрізу проводять дистальніше папілярних м'язів і зразу проксимальніше зрізу, в якому відбувається кінцево-сistolічна облітерація порожнини лівого шлуночка, при цьому індивідуально для кожного пацієнта підбирають такий кут сканування ультразвукового датчика, який є строго перпендикулярний подовжній осі лівого шлуночка, при цьому форма порожнини поперечного зрізу шлуночка повинна бути круглою, а кожний із сегментів візуалізується повністю, після отримання чіткого ехокардіографічного зображення поперечних зрізів лівого шлуночка базальний та апікальний рівні будови лівого шлуночка поділяють на 6 сегментів, для кожного з сегментів визначають криву залежності кута ротації від часу, визначають сегменти з найбільшими показниками кута ротації під час систоли лівого шлуночка, визначають максимальний кут ротації лівого шлуночка за формулою:

$$P_{\text{макс}} = A_{\text{макс}} - B_{\text{макс}},$$

де $P_{\text{макс}}$ - максимальний кут ротації ЛШ, $A_{\text{макс}}$ - максимальний кут ротації апікального відділу ЛШ, $B_{\text{макс}}$ - максимальний кут ротації базального відділу ЛШ, порівнюють максимальний кут ротації лівого шлуночка з оптимальним кутом логарифмічної спіралі - 20° та по рівню величини відхилення судять про стан міокарда лівого шлуночка.

Винахід належить до сфери медицини, зокрема до кардіохірургії та кардіології, і може бути використаний для прижиттєвої діагностики серцевої недостатності та вибору тактики лікування.

Скоротлива здатність лівого шлуночка (ЛШ) серця є одним із основних факторів, які визначають відповідність режиму кровообігу метаболічним потребам організму.

Робота ЛШ основана на принципі поєднання скоротливого та оберտального компонентів руху міокарда. Це забезпечується за рахунок того, що апікальний відділ ЛШ за час систоли повертається проти годинної стрілки (погляд зі сторони верхівки). А базальний відділ - за годинною стрілкою. При цьому, середній та базальний відділи здійснюють також констрикторну функцію. Така складна траєкторія руху міокарда є енергетично найбільш ефективною, відповідно закону "Золотого перерізу".

Будь-який патологічний процес, який розвивається в стінках ЛШ, може призвести до змін міокарда та вторинно - всієї системи кровообігу.

Єдиним методом оцінки міокарда раніше була електрокардіографія, яка оцінювала його стан опосередковано, реєструючи ефект деполяризації кардіоміоцитів. В останні роки з'явилася більш сучасна ультразвукова ехокардіографічна техніка, яка візуалізує саме структуру міокарда.

Найбільш сучасним та ефективним варіантом ехокардіографії є "Вектор-ехокардіографія" на основі двомірної ехокардіографії і цифрової технології "speckle tracking".

Як відомо, задне-базальні відділи міжшлуночкової перетинки лівого шлуночка є зоною повороту "міокардіальної смуги", в результаті чого вона має вид вертикального тяжа, який і визначає гвинтоподібний напрямок м'язових пучків у низхідному, потім і у висхідному сегментах апікальної петлі міокарда. Саме таке направлення кардіоміоцитів забезпечує ротаційний рух стінок лівого шлуночка.

Відомий спосіб діагностики скорочування ЛШ передбачає визначення фракції викиду ЛШ за допомогою стандартної ехокардіографії (Feigenbaum H. Echocardiography. - 6 th ed. - Philadelphia: Lippincot Williams & Wikins, 2005. - P. 181-203.). Розрахунок показника фракції викиду виконують на основі М - режиму в парастернальному доступі в продовжній осі ЛШ. Розрахунок процента фракції викиду проводять за допомогою розрахунку об'ємів ЛШ за формулою Teichgolz:

$$\text{ФВ} = \text{КДР} - \text{КСР} / \text{КДР} \times 100 \%,$$

де КДР - кінцевий діастолічний розмір ЛШ, КСР - кінцевий систолічний розмір ЛШ, ФВ - фракція викиду ЛШ.

Даний показник характеризує систолічну функцію ЛШ, а саме процент його скоротливості.

Недоліком цього способу є те, що фракція викиду не цілковито характеризує скоротливу здатність лівого шлуночка, зовсім не характеризує ротаційний компонент руху ЛШ, що не надає можливість здійснити точну оцінку рівню вродженої або набутої патології міокарда, та адекватну діагностику серцевої недостатності та відповідно вибір тактики лікування, а також те, що вірогідні похибки при здійсненні досліджень наприклад, якщо курсор в М - режимі встановлений не перпендикулярно зображенню порожнини ЛШ, то розрахунки фракції викиду okazуються хибними і призводять до діагностичної помилки.

Найбільш близьким є спосіб оцінки ротації ЛШ (Blessberger H., Binder T. NON-invasive imaging: Two dimensional spackle tracking echocardiography: basic principles // Heart. 2010. V. 96. N 9. P. 716-722), який передбачає проведення трансторакальної ехокардіографії серця із парастернального доступу по короткій осі на базальному та апікальному рівнях та визначення кута ротації сегментів лівого шлуночка, при цьому спосіб передбачає визначення середнього сумарного кута ротації ЛШ на основі "Вектор ехокардіографії". За способом середній сумарний кут ротації ЛШ є різницею між обертаннями всіх сегментів верхівки і базального відділу ЛШ (згідно 17 сегментної моделі будови ЛШ). Щоб розрахувати кут ротації зрізу ЛШ (верхівки або базального відділу), автоматично ультразвуковий апарат розраховує середнє значення всіх сегментів даного зрізу. А потім на основі наступної формули також автоматично підраховує середній сумарний кут ротації ЛШ:

$$P_{\text{cp}} = A_{\text{cp}} - B_{\text{cp}},$$

де P_{cp} - середній сумарний кут ротації ЛШ, A_{cp} - середній кут ротації апікального відділу ЛШ, B_{cp} - середній кут ротації базального відділу ЛШ.

Середній сумарний кут ротації ЛШ певним чином характеризує як скоротливий, так і ротаційний компонент руху ЛШ.

Даний метод передбачає оцінку ротаційного руху міокарда по усередненим значенням показників, які визначають рух сегментів різних відділів міокарда в поперечних зрізах. Однак, відомо, що будова міокарда дуже складна. М'язові волокна, які пов'язані один з одним, утворюють як паралельно орієнтовані пучки, так і, розділяючись, формують пучки, які ідуть у косому напрямку під кутом до подовжньої та поперечної осей ЛШ. В результаті цього в

більшість сегментів можуть попасти волокна, які забезпечують тільки констрикторний ефект. А волокна, які забезпечують ротацію, можуть локалізуватися в інших сегментах. Крім того, осередкове ураження міокарда різних сегментів також може викривляти уяву про його справжню ротаційну здатність. Тому, складання показників руху всіх сегментів окремого поперечного зрізу та отримання значення про середній сумарний кут ротації ЛШ може не відповідати справжньому значенню ротаційної здатності міокарда. Недоліком цього способу є те, що цей показник дуже усереднений і зовсім не враховує особливості анатомічної будови і структури міокарда в саме цих перерізах ЛШ (базального відділу та верхівки) що не надає можливість здійснити точну оцінку рівню вродженої або набутої патології міокарда, та адекватну діагностику серцевої недостатності та відповідно вибір тактики лікування.

В основу винаходу покладено задачу створення способу оцінки стану міокарда лівого шлуночка, в якому шляхом застосування нових дій, умов виконання дій та застосування нового показника забезпечується більш повне враховування особливостей анатомічної будови і структури міокарда, включаючи також осередкові ураження міокарда різних сегментів, що надає можливість здійснити більш точну та кількісну оцінку рівню вродженої або набутої патології міокарда.

Для вирішення цієї задачі спосіб оцінки стану міокарда лівого шлуночка передбачає проведення трансторакальної ехокардіографії серця із парастернального доступу по короткій осі на базальному та апікальному рівнях та визначення кута ротації сегментів лівого шлуночка.

Новим у способі є те, що візуалізацію апікального зрізу проводять дистальніше папілярних м'язів і зразу проксимальніше зрізу, в якому відбувається кінцево-сistolічна облітерація порожнини лівого шлуночка, при цьому індивідуально для кожного пацієнта підбирають такий кут сканування ультразвукового датчика, який є строго перпендикулярний подовжній осі лівого шлуночка, при цьому форма порожнини поперечного зрізу шлуночка повинна бути круглою, а кожний із сегментів візуалізується повністю, після отримання чіткого ехокардіографічного зображення поперечних зрізів лівого шлуночка базальний та апікальний рівні будови лівого шлуночка поділяють на 6 сегментів, для кожного з сегментів визначають криву залежності кута ротації від часу, визначають сегменти з найбільшими показниками кута ротації під час систоли лівого шлуночка, визначають максимальний кут ротації лівого шлуночка за формулою:

$$P_{\text{макс}} = A_{\text{макс}} - B_{\text{макс}},$$

де $P_{\text{макс}}$ - максимальний кут ротації ЛШ, $A_{\text{макс}}$ - максимальний кут ротації апікального відділу ЛШ, $B_{\text{макс}}$ - максимальний кут ротації базального відділу ЛШ,

порівнюють максимальний кут ротації лівого шлуночка з оптимальним кутом логарифмічної спіралі (20°) та по рівню величини відхилення судять про стан міокарда лівого шлуночка.

Завдяки застосуванню нових дій способу, умов виконання дій та нового показника забезпечується більш повне враховування особливостей анатомічної будови і структури міокарда, що надає можливість здійснити більш точну та кількісну оцінку рівню вродженої або набутої патології міокарда та вдалося значно підвищити чутливість методики до виявлення аномалій будови міокарда.

Спосіб ілюструється прикладами його конкретного виконання.

При виконанні зазначених нижче прикладів пропонований спосіб в загальному вигляді здійснювали наступним чином: виконували трансторакальну ехокардіографію серця із парастернального доступу по короткій осі на базальному та апікальному рівні в режимі кінопетлі. Зріз базального відділу ЛШ строго перпендикулярно до подовжньої осі шлуночка і включати кінчики стулок мітрального клапана. Це дозволяє максимально точно зареєструвати перпендикулярні волокна вертикального м'язового тяжу ЛШ, які знаходяться в заднь-нижніх сегментах (3, 4, 5-й сегмент). Апікальний зріз проводили дистальніше папілярних м'язів і зразу проксимальніше зрізу, в якому відбувається кінцево-сistolічна облітерація порожнини ЛШ. Крім того, в процесі дослідження враховували тип конституції пацієнта, розташування серця в грудній порожнині. Для цього індивідуально вибрали такий кут сканування ультразвукового датчика, який був строго перпендикулярний подовжній осі ЛШ, і форма його порожнини на поперечному зрізі була круглою.

Візуалізацію стінок міокарда здійснювали контрастно, з чіткою границею між тканин міокарда і екстракардіальними структурами, без часток втрати зображення, які можуть призвести до хибного відстеження неміокардіальних структур. Із парастернального доступу для пошуку сегментів з максимальним кутом ротації ЛШ величину сектора поперечного зрізу базального та апікального зрізів збільшували, щоб чітко реєструвалися всі сегменти. Кожний із сегментів візуалізувався повністю і оптимально, так як нечітке зображення любого сегмента може призвести до невірної інтерпретації стану не тільки цього, але і сусіднього сегментів міокарда.

Після отримання чіткого ехокардіографічного зображення поперечних зрізів ЛШ, обводили курсором ендокардіальну та епікардіальну границі міокарда. Ширину цієї зони інтересу вибирали індивідуально для кожного пацієнта в залежності від товщини міокарда. Базальний та апікальний рівні будови ЛШ поділяли на 6 сегментів, для кожного з сегментів визначали криву залежності кута ротації від часу, визначали сегменти з найбільшими показниками кута ротації під час систоли ЛШ. Обробку даних здійснювали за допомогою робочої станції ультразвукового апарата.

Для кожного з сегментів вираховували криву залежності кута ротації від часу (Фіг. 1).

Перелік фігур графічних матеріалів:

Фіг. 1 Криві кутів ротації сегментів базального зрізу ЛШ.

Фіг. 2 Цифрові значення кутів ротації сегментів базального зрізу ЛШ.

Фіг. 3 Розрахунок максимального кута ротації ЛШ - апікальний відділ.

Фіг. 4 Розрахунок максимального кута ротації ЛШ - базальний відділ.

Визначаються сегменти з найбільшими показниками кута ротації під час систоли ЛШ.

Для визначення максимального кута ротації ЛШ максимальний показник кута на базальному рівні віднімали від максимального показника кута ротації на апікальному рівні.

Приклад 1: Хвора Н. 37 р., звернулася в ДУ "НІССХ ім. Амосова" з приводу підозри на перенесений міокардит після гострої респіраторної інфекції. Після проведення стандартної ехокардіографії виявлено незначне зниження фракції викиду ЛШ (ФВ=58 %). При визначенні максимального кута ротації різних зрізів ЛШ за способом, було виявлено, що ротаційний компонент руху ЛШ у даної пацієнтки не порушений.

Здійснено визначення кута ротації ЛШ у 6 його сегментах:

А - апікальний відділ: 8,1; 8,3; 7,6; 7,9; 8,5; 8,9.

В - базальний відділ: -1,8; -5,2; -4,5; -4,7; -10,4; -7,9;

Визначили максимальний кут ротації ЛШ:

$$P_{\text{макс}} = A_{\text{макс}} - B_{\text{макс}} = 8,9^{\circ} - (-10,4^{\circ}) = 19,3^{\circ},$$

де $P_{\text{макс}}$ - максимальний кут ротації ЛШ, $A_{\text{макс}}$ - максимальний кут ротації апікального відділу ЛШ, $B_{\text{макс}}$ - максимальний кут ротації базального відділу ЛШ.

Максимальний кут ротації базального відділу у даної пацієнтки був виявлений в нижньому сегменті (4 сегмент), а максимальний кут ротації всього ЛШ становить $19,3^{\circ}$. Він приближується до самого оптимального кута логарифмічної спіралі з кутом навивки до 20° , яка признана механічно та функціонально найбільш ефективною та найменш енергетично затратною, згідно теорії "золотого перерізу". І саме цей показник говорить про наявність нормальної неушкодженої структури міокарда. А також це підтвердилось нормальними показниками аналізів крові та нормальними показниками електрокардіограми.

Приклад 2: Хворий Р. 42 р., звернувся в ДУ "НІССХ ім. Амосова" з приводу підозри на перенесений міокардит після запалення легень. Після проведення стандартної ехокардіографії виявлено також незначне зниження фракції викиду ЛШ (ФВ=50 %). При розрахунку максимального кута ротації різних зрізів ЛШ за способом у даного пацієнта, було виявлено значне порушення ротації ЛШ.

$$P_{\text{макс}} = A_{\text{макс}} - B_{\text{макс}} = 5,3^{\circ} - (-2,5^{\circ}) = 7,8^{\circ}.$$

Максимальний кут ротації ЛШ у даного пацієнта становить $7,8^{\circ}$. Він значно нижчий ніж оптимальний кут логарифмічної спіралі (20°). І саме цей показник характеризує наявність значно ушкодженої структури міокарда, особливо міоцитів апікального відділу. Це також підтвердилось зміненням показників аналізів крові та порушенням ритму на електрокардіограмі.

Таким чином, спосіб діагностики, що пропонується є доступним, ефективним, високо інформаційним та відносно дешевим. Спосіб враховує особливості анатомічної будови і структури міокарда, включаючи також осередкове ураження міокарда різних сегментів, що надає можливість здійснити більш точну та кількісну оцінку рівню вродженої або набутої патології міокарда. Цей метод дозволяє прогнозувати розвиток та оцінювати ступінь порушень функції та структури міокарда ЛШ.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб оцінки стану міокарда лівого шлуночка, що включає проведення трансторакальної ехокардіографії серця із парастерального доступу по короткій осі на базальному та апікальному рівнях та визначення кута ротації сегментів лівого шлуночка, який **відрізняється** тим, що візуалізацію апікального зрізу проводять дистальніше папілярних м'язів і зразу проксимальніше зрізу, в якому відбувається кінцево-систолічна облітерація порожнини лівого шлуночка, при цьому індивідуально для кожного пацієнта підбирають такий кут сканування

ультразвукового датчика, який є строго перпендикулярний подовжній осі лівого шлуночка, при цьому форма порожнини поперечного зрізу шлуночка повинна бути круглою, а кожний із сегментів візуалізується повністю, після отримання чіткого ехокардіографічного зображення поперечних зрізів лівого шлуночка базальний та апікальний рівні будови лівого шлуночка

5

поділяють на 6 сегментів, для кожного з сегментів визначають криву залежності кута ротації від часу, визначають сегменти з найбільшими показниками кута ротації під час систоли лівого шлуночка, визначають максимальний кут ротації лівого шлуночка за формулою:

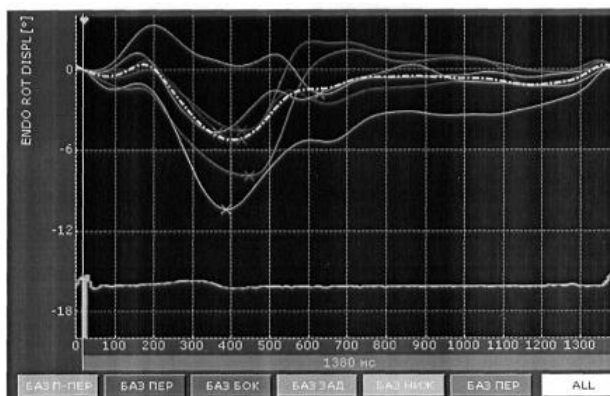
$$P_{\text{макс}} = A_{\text{макс}} - B_{\text{макс}},$$

де $P_{\text{макс}}$ - максимальний кут ротації ЛШ, $A_{\text{макс}}$ - максимальний кут ротації апікального відділу ЛШ,

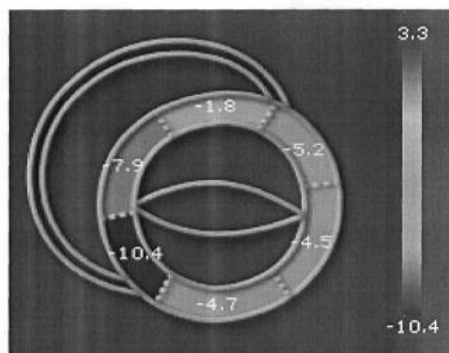
10

$B_{\text{макс}}$ - максимальний кут ротації базального відділу ЛШ,

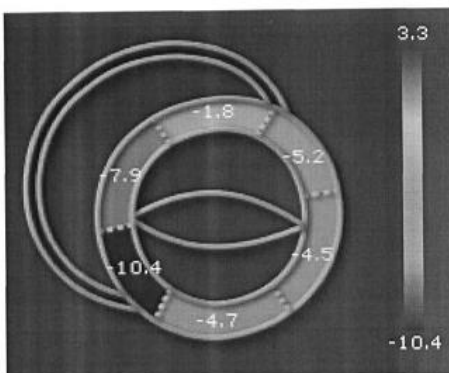
порівнюють максимальний кут ротації лівого шлуночка з оптимальним кутом логарифмічної спіралі - 20° та по рівню величини відхилення судять про стан міокарда лівого шлуночка.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

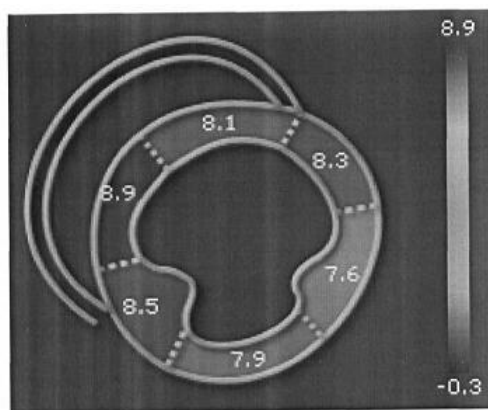


Fig. 4

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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