



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38704 (13) A

(51) 7 A61M37/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАСТИЧНОСТІ ПОРОЖНИСТОГО БІОЛОГІЧНОГО ОБ'ЄКТА IN VITRO

(21) 2000085043

(22) 28.08.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Зенін Олег Костянтинович, Цитрін Анатолій Григорович, Белоусов Вячеслав Володимирович, Лашин Артур Валерьевич, Іванова Наталя Володимирівна

(73) Донецький державний медичний університет ім. М. Горького

(57) Спосіб визначення пластичності порожнистого біологічного об'єкта in vitro, що включає введення в порожнину біооб'єкта, який досліджується нестисливої рідини, вимір розмірів її об'єму і розра-

хунок розміру показника, який кількісно характеризує пластичність за формулою:

$$\varepsilon = (V \sqrt[3]{V_3} - V_0 \sqrt[3]{V_3}) / V_0 \sqrt[3]{V_3} \quad (1),$$

де: ε - показник, який кількісно характеризує пластичність біологічного об'єкта, V - об'єм нестисливої рідини, що ввійшов у порожнину біооб'єкта в момент видимої, його руйнації, V_0 - об'єм нестисливої рідини, який відрізняється тим, що додатково одночасно реєструють сигнали акустичної емісії і за V_0 приймають об'єм нестисливої рідини, який ввійшов у порожнину досліджуваного біооб'єкта, у момент появи сигналів акустичної емісії, то свідчить про початок пластичних деформацій.

Спосіб визначення пластичності порожнистого біологічного об'єкта in vitro відноситься до області експериментальної біології і медицини, зокрема - до лабораторних методів визначення залишкових деформацій, як показника, який кількісно характеризує пластичність біооб'єкта in vitro, наприклад, серця, матки, судини і т. ін.

Відомий спосіб визначення пластичності біологічного об'єкта in vitro (1. Биомеханические свойства венечных артерий сердца и их изменения с возрастом человека / Пурина Б.А., Касьянов В.А., Озоланта И.Л., и др. // Биомеханика, София. - 1981. - № 11. - С. 3-13), шляхом впливу на досліджуваний біооб'єкт зовнішнім навантаженням, що деформує. При цьому, вимірюють розміри деформації досліджуваного об'єкта. За результатами вимірів визначають кількісні характеристики пластичних властивостей біологічного об'єкта.

Недоліком відомого способу є те, що механічні іспити проводять не на цілому органі а на його частині тому кінцеві ефекти дуже великі, а їхній теоретичний аналіз, через складність, дотепер не проведений.

Найбільше близьким по технічній сутності до даного способу, є спосіб визначення залишкових деформацій серцевого м'яза in vitro (2. Яблчанский Н.И., Шляховер В.С., Даниленко А.В. Прочностные свойства миокарда при ишемической контрактуре в эксперименте // Кардиология. - 1987. - № 3. - С. 115), шляхом введення в порожнину серця рідини, яка нестискається і виміри розмірів її об'єму.

При цьому, розмір залишкових деформацій (тобто показник, який кількісно характеризує пластичні властивості органа) визначали за формулою:

$$\varepsilon = (V \sqrt[3]{V_3} - V_0 \sqrt[3]{V_3}) / V_0 \sqrt[3]{V_3} \quad (1),$$

де ε - показник, який кількісно характеризує пластичні властивості досліджуваного біологічного об'єкта, V - об'єм нестисливої рідини, що ввійшов у порожнину біооб'єкта в момент видимої його руйнації, V_0 - об'єм нестисливої рідини, що ввійшов у порожнину біооб'єкта при $P=100$ мм рт.ст.

Недоліком відомого способу є неможливість точно визначити момент, коли біологічний об'єкт відповідає на деформацію як пружне тіло, а коли як пластичне. Іншими словами, неможливо точно визначити початок пластичних деформацій - межі його пружності. Останнє не дозволяє точно установити V_0 , і правильно розрахувати розмір показника, який кількісно характеризує пластичні властивості біологічного об'єкта, що перешкоджає розумінню сутності процесів, які відбуваються при деформації і руйнації живої матерії.

В основу винаходу поставлена мета удосконалення способу визначення пластичності порожнистого біологічного об'єкта in vitro, що забезпечується підвищенням точності розрахунків за рахунок визначення початку пластичної деформації або межі пружності досліджуваного біооб'єкта.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення пластичності біологічного об'єкта in vitro, який включає введення в порожнину досліджуваного об'єкта нестисливої рідини, вимір

об'єму рідини, яка ввійшла у порожнину і розрахунок розміру показника, який кількісно характеризує пластичність за формулою:

$$\varepsilon = (V^{1/3} - V_0^{1/3}) / V_0^{1/3} \quad (1),$$

де ε - показник, який кількісно характеризує пластичні властивості досліджуваного біологічного об'єкта, V - об'єм нестисливої рідини, що ввійшов у порожнину біооб'єкта в момент видимої його руйнації, V_0 - об'єм нестисливої рідини, що ввійшов у порожнину біооб'єкта при $P=100$ мм рт.ст. Відповідно до винаходу додатково одночасно з введенням рідини і виміром її об'ємів, реєструють сигнали акустичної емісії (АЕ) і за V_0 приймають об'єм нестисливої рідини, що ввійшов у порожнину досліджуваного біооб'єкта в момент появи перших сигналів АЕ, що свідчить про початок пластичної деформації.

Сутність способу полягає в тому, що визначення параметра, який кількісно характеризує пластичні властивості порожнистого біологічного об'єкта *in vitro*, здійснюють шляхом введення в порожнину біооб'єкта нестисливої рідини, вимірів розмірів її об'єму, з одночасною реєстрацією сигналів АЕ, по яких визначають початок його пластичних деформацій, а параметр, який кількісно характеризує пластичні властивості розраховують за формулою:

$$\varepsilon = (V^{1/3} - V_{ae}^{1/3}) / V_{ae}^{1/3} \quad (2),$$

де: ε - показник, який кількісно характеризує пластичні властивості досліджуваного біологічного об'єкта, V - об'єм нестисливої рідини, що ввійшов у порожнину біооб'єкта в момент його видимої руйнації, $V_{ae}=V_0$ - об'єм нестисливої рідини, який ввійшов у порожнину досліджуваного біооб'єкта в момент появи сигналів АЕ, що свідчить про початок пластичних деформацій.

Новим у способі, є те, що додатково реєструють сигнали АЕ, по яких визначають момент початку його пластичних деформацій. Це дозволяє використовувати для розрахунків показника, який кількісно характеризує пластичні властивості біооб'єкта, показання приладів, що вимірюють деформацію безпосередньо в момент, коли об'єкт поводить як пластичне тіло.

Відомо, що біологічний об'єкт реагує на деформацію на початку як пружне, а потім, після досягнення їм межі пружності, як пластичне тіло [1]. Тому для точного визначення розміру параметра, який кількісно характеризує пластичні властивості біооб'єкта, дуже важливо визначити кінець пружної деформації і початок пластичної. При цьому під пружністю припускають - властивість досліджуваного об'єкта відновлювати (після зняття навантаження) початкові розміри і форму, під пластичністю - властивість досліджуваного об'єкта зберігати цілком або частково деформацію, що виникла під впливом зовнішніх сил, по припиненні дії цих сил. Досліджуваний об'єкт із достатньою точністю можна вважати пружним доти, поки виникаючи в ньому, наведені зовнішніми силами напруги не перевершили визначеного значення - межі пружності (3. Справочник машиностроителя: В 6 томах. Т.3. / Под. ред. Серенсен С.В. - М.: Машгиз, 1956. - 563 с.).

У способі - прототипі в якості початкового об'єму (V_0) використовували показник коли об'єкт ще

не досяг своєї межі пружності і поводить як пружне тіло тобто без залишкових деформацій. І розрахунок пластичності, ґрунтувався на показниках об'єму в момент коли досліджуваний об'єкт реагує на деформацію як пружко-пластичне тіло, що приводить до істотних помилок. Для підвищення точності розрахунків дуже важливо визначити момент досягнення досліджуваним об'єктом своєї межі пружності і початок пластичних деформацій. І використовувати для розрахунку розміру пластичності в якості початкового об'єму (V_0) показник, коли об'єкт досяг межі пружності, коли очевидно очікувати залишкових деформацій, що кількісно характеризують пластичність. Це стало можливим завдяки недавно встановленому науковому факту про появу сигналів АЕ в момент досягнення досліджуваним біооб'єктом межі пружності, на початку пластичних деформацій, ще до появи візуально обумовлених ознак руйнації, тобто на самому початку переходу пружних деформацій у пластичні (4. *In Vitro Identification of Angioplasty-Induced Injury by Use of Vascular Acoustic Emissions* / Vonesh M.J., Mockros L.F., Davidson C.J., and other // *Circulation*. - Vol.95, № 4. - 1997. - P. 1022-1028).

Спосіб реалізують таким чином. Перед початком роботи резервуар, у який поміщають досліджуваний біооб'єкт заповнюють фізіологічним розчином. У його порожнину вводять латексний балончик і поміщають у вищезазначений резервуар. З'єднують балончик із насосом, що перекачує нестисливу рідину. Включають прилади - що вимірює об'єм нестисливої рідини, який увійшов у порожнину досліджуваного біооб'єкта - що реєструє момент появи сигналів АЕ і насос, при цьому балончик, а отже і порожнина досліджуваного біооб'єкта заповнюються нестисливою рідиною. У момент появи перших сигналів АЕ, тобто на початку пластичних деформацій, визначають $V_{ae}=V_0$. Рідину продовжують вводити до моменту видимої руйнації досліджуваного об'єкта, що реєструють візуально. Показник пластичності розраховують за формулою:

$$\varepsilon = (V^{1/3} - V_{ae}^{1/3}) / V_{ae}^{1/3} \quad (2),$$

де: ε - показник, який кількісно характеризує пластичні властивості досліджуваного біологічного об'єкта, V - об'єм нестисливої рідини, що ввійшов у порожнину біооб'єкта в момент його видимої руйнації, $V_{ae}=V_0$ - об'єм нестисливої рідини, який ввійшов у порожнину досліджуваного біооб'єкта в момент появи сигналів АЕ, що свідчить про початок пластичних деформацій

Приклад 1. Визначення пластичності лівого шлуночка серця щура *in vitro*. Перед початком дослідження резервуар, у який поміщають серце щура, заповнюють 12 мл фізіологічного розчину. У порожнину лівого шлуночка серця щура вводять латексний балончик і поміщають його у вищезазначений резервуар. З'єднують балончик із насосом, який перекачує нестисливу рідину. Включають прилади - що вимірює об'єм нестисливої рідини, який увійшов у порожнину лівого шлуночка серця щура - що реєструє момент появи сигналів АЕ і насос. При цьому балончик, а отже і порожнина лівого шлуночка серця щура заповнюються нестисливою рідиною. У момент появи перших сигналів АЕ, тобто на початку пластичних деформацій,

визначають $V_{ae}=V_0$. Рідину продовжують уводити до моменту видимої руйнації лівого шлуночка серця щура, що реєструють візуально. Показник пластичності лівого шлуночка серця щура розраховують за формулою:

$$\varepsilon = (V \sqrt[3]{V_3} - V_{ae} \sqrt[3]{V_3}) / V_{ae} \sqrt[3]{V_3} \quad (2),$$

де: ε - показник, який кількісно характеризує пластичні властивості лівого шлуночка серця щура, V - об'єм нестисливої рідини, що ввійшов у порожнину лівого шлуночка серця щура в момент його видимої руйнації, $V_{ae}=V_0$ - об'єм нестисливої рідини, який ввійшов у порожнину лівого шлуночка серця щура в момент появи сигналів АЕ, що свідчить про початок пластичних деформацій.

Приклад 2. Визначення пластичності лівого шлуночка серця кішки *in vitro*. Перед початком дослідження резервуар, у який поміщають серце кишки, заповнюють 100 мл фізіологічного розчину. У порожнину лівого шлуночка серця кішки вводять латексний балончик і поміщають його у вищезазначений резервуар. З'єднують балончик із насосом, який перекачує нестисливу рідину. Включають прилади - що вимірює об'єм нестисливої рідини, який увійшов у порожнину лівого шлуночка серця кішки - що реєструє момент появи сигналів АЕ і насос. При цьому балончик, а отже і порожнина лівого шлуночка серця кішки заповнюються нестисливою рідиною. У момент появи перших сигналів АЕ, тобто на початку пластичних деформацій, визначають $V_{ae}=V_0$. Рідину продовжують уводити до моменту видимої руйнації лівого шлуночка серця кішки, що реєструють візуально. Показник пластичності лівого шлуночка серця кішки розраховують за формулою:

$$\varepsilon = (V \sqrt[3]{V_3} - V_{ae} \sqrt[3]{V_3}) / V_{ae} \sqrt[3]{V_3} \quad (2),$$

де: ε - показник, який кількісно характеризує пластичні властивості лівого шлуночка серця кішки, V - об'єм нестисливої рідини, що ввійшов у порожнину лівого шлуночка серця кішки в момент його видимої руйнації, $V_{ae}=V_0$ - об'єм нестисливої рідини, який ввійшов у порожнину лівого шлуночка серця кішки в момент появи сигналів АЕ, що свідчить про початок пластичних деформацій.

Приклад 3. Визначення пластичності лівого шлуночка серця собаки *in vitro*. Перед початком дослідження резервуар, у який поміщають серце собаки, заповнюють 250 мл фізіологічного розчи-

ну. У порожнину лівого шлуночка серця собаки вводять латексний балончик і поміщають його у вищезазначений резервуар. З'єднують балончик із насосом, який перекачує нестисливу рідину. Включають прилади - що вимірює об'єм нестисливої рідини, який увійшов у порожнину лівого шлуночка серця собаки; - що реєструє момент появи сигналів АЕ і насос. При цьому балончик, а отже і порожнина лівого шлуночка серця собаки заповнюються нестисливою рідиною. У момент появи перших сигналів АЕ, тобто на початку пластичних деформацій, визначають $V_{ae}=V_0$. Рідину продовжують уводити до моменту видимої руйнації лівого шлуночка серця собаки, що реєструють візуально. Показник пластичності лівого шлуночка серця собаки розраховують за формулою:

$$\varepsilon = (V \sqrt[3]{V_3} - V_{ae} \sqrt[3]{V_3}) / V_{ae} \sqrt[3]{V_3} \quad (2),$$

де: ε - показник, який кількісно характеризує пластичні властивості лівого шлуночка серця собаки, V - об'єм нестисливої рідини, що ввійшов у порожнину лівого шлуночка серця собаки в момент його видимої руйнації, $V_{ae}=V_0$ - об'єм нестисливої рідини, який ввійшов у порожнину лівого шлуночка серця собаки в момент появи сигналів АЕ, що свідчить про початок пластичних деформацій.

Таким чином, можна точно визначити момент початку пластичних деформацій, досягнення досліджуваним порожнистим біооб'єктом межі пружності, що дає можливість точно розрахувати розмір показника, який кількісно характеризує пластичні властивості порожнистого біологічного об'єкта.

Джерела інформації.

1. Биомеханические свойства венечных артерий сердца и их изменения с возрастом человека / Пурия Б.А., Касьянов В.А., Озоланта И.Л., и др. // Биомеханика, София. - 1981. - № 11. - С. 3-13.
2. Яблчанский Н.И., Шляховер В.Е., Даниленко А.В. Прочностные свойства миокарда при ишемической контрактуры в эксперименте // Кардиология. - 1987. - № 3. - С. 115(прототип).
3. Справочник машиностроителя: В 6 томах. Т.3. / Под. ред. Серенсен С.В. - М.: Машгиз, 1956. - 563 с.
4. In Vitro Identification of Angioplasty-Induced Injury by Use of Vascular Acoustic Emissions / Vonesh M.J., Mockros L.F., Davidson C.J., and other // Circulation. - Vol. 95, № 4. - 1997. - P. 1022-1028.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22