

## СТРУКТУРНО-ПРОСТОРОВА ПЕРЕБУДОВА АРТЕРІАЛЬНОГО РУСЛА ПРИВУШНОЇ ЗАЛОЗИ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ МЕХАНІЧНІЙ ЖОВТЯНИЦІ

СТРУКТУРНО-ПРОСТОРОВА ПЕРЕБУДОВА АРТЕРІАЛЬНОГО РУСЛА ПРИВУШНОЇ ЗАЛОЗИ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ МЕХАНІЧНІЙ ЖОВТЯНИЦІ – Комплексом морфологічних досліджень кровоносного русла привушної залози встановлено, що при механічній жовтяниці відбувається структурна перебудова артерій, мікроциркуляторного русла, вен і направлена на регуляцію органного кровообігу. Доведено, що при тривалій механічній жовтяниці розвиваються геометричні перебудови архітекtonіки артеріальних судин, направлені на зменшення притоку крові. Відбувається зменшення щільності функціональних капілярів та розростання сполучної тканини у привушній залозі.

СТРУКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ПЕРЕСТРОЙКА АРТЕРИАЛЬНОГО РУСЛА ОКОЛОУШНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХЕ – Комплексом морфологических исследований кровеносного русла околоушной железы установлено, что при механической желтухе происходит структурная перестройка артерий, микроциркуляторного русла, вен и направлена на регуляцию органного кровообращения. Доказано, что при длительной механической желтухе развиваются геометрические перестройки архитектоники артериальных сосудов, направленные на уменьшение притока крови. Происходит уменьшение плотности функциональных капилляров и разрастание соединительной ткани в околоушной железе.

STRUCTURAL AND SPATIAL REBUILDING OF ARTERIAL BED OF THE PAROTID GLAND IN THE COURSE OF EXPERIMENTAL OBSTRUCTIVE JAUNDICE – With the complex of morphological studies of the circulatory bed of parotid gland was revealed that in the course of jaundice, the restructuring of the arteries, veins and microcirculation occurs and is aimed at the regulation of organ blood flow. It is shown that during prolonged jaundice geometric reconstruction of architecture of arterial vessels was developed and is directed at reducing of blood flow. There is a decrease in functional capillary density and proliferation of connective tissue in the parotid gland.

**Ключові слова:** привушна залоза, механічна жовтяниця.

**Ключевые слова:** околоушная железа, механическая желтуха.

**Key words:** parotid gland, obstructive jaundice.

**ВСТУП** Кровоносна система завдяки чітко сформованій системі судин опору забезпечує підтримання гомеостазу органів і тканин. При цьому важлива роль в формуванні опору кровотоку належить дрібним артеріям і артеріолам. Кровопостачання будь-якої ділянки, а також гідростатичний тиск у капілярах цієї ділянки визначається головним чином зміною радіуса цих судин [3]. Для прекапілярних судин опору характерний високий ступінь внутрішнього (міогенного) базального тону, який постійно змінюється під впливом місцевих фізичних і хімічних чинників. Зміна базального міогенного тону в результаті місцевих впливів є єдиним механізмом пристосування регіонарного опору судин. Окрім цього, судини опору регіонарних ланок знаходяться під впливом симпатичної іннервації, яка у стані рівноваги має відносно невеликий вплив, а активується під впливом різних подразників. Особливо важливу роль у регуляції кро-

вообігу відіграють прекапілярні сфінктери, які є частиною прекапілярних судин опору і визначають в основному площу обмінної поверхні капілярів, постійно змінюючи їх число в кожен визначений момент. Дані структури знаходяться в основному під контролем місцевої міогенної активності, яка часто змінюється під впливом місцевих метаболітів. Капіляри не мають активного впливу ні на швидкість кровотоку, ні на обмінні механізми дифузії і фільтрації. До посткапілярних судин опору належать посткапілярні венули і дрібні вени, які хоча й не мають великого впливу на загальний опір судин, проте вони мають велике значення у формуванні гідростатичного тиску у капілярах, транспорті рідкої фази між кров'ю та міжклітинною рідиною. Таким чином, зміна градієнта пре- і посткапілярного опору здійснює вплив на швидкість кровотоку, а зміни співвідношення між пре- і посткапілярним опором на об'єм крові. Ємкісні судини, до яких відносять вени, впливають на загальну ємкість судинного русла, змінюючи свою конфігурацію та діаметр просвіту [2].

Механічна жовтяниця, окрім припинення потрапляння жовчі в дигестивну систему, викликає стрімке наростання холемії та потрапляння у кровоносне русло різних продуктів, які спричиняють інтоксикаційний ефект. Внаслідок токсичних впливів на стінку кровоносних судин та порушення реологічних властивостей крові настають розлади кровообігу. Першою ланкою реагує ендотеліальний шар судин. Ініціюючі механізми сприяють розвитку адаптаційно-приспосувальних механізмів кровоносного русла. Особливо вразливі за таких умов є судини кровоносних системи тих органів і тканин, які забезпечують велику кількість вироблення різного виду секретів. До таких органів належить і привушна слинна залоза [1, 4, 7]. На сьогодні чітко встановлено, що привушна залоза, окрім травної, захисної, видільної функції збереження водно-солевого гомеостазу виконує й ендокринну функцію [5, 6]. Морфологічний стан, архітекtonіку кровоносного русла привушної залози в нормі та при різних патологічних станах вивчено недостатньо. В більшості експериментальних досліджень морфологічні критерії мають описовий характер, що не дозволяє адекватно оцінити динаміку процесів, що відбуваються. Застосування кількісних та якісних морфометричних методик при оцінці геометрії кровоносного русла найбільш чітко відзеркалить його реакцію на зміни кровообігу, в тому числі й при механічній жовтяниці.

Метою дослідження стало вивчення структурно-просторової перебудови артеріального русла та мікросудин привушної залози при експериментальній механічній жовтяниці.

**МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ** Дослідження виконано на 42 білих щурах-самцях масою тіла 180–200 г, яких було поділено на 4 групи. Першу групу склали 6 інтактних тварин (контрольна група), другу – 12 тварин

з 7-ми добовою механічною жовтяницею, третю – 12 тварин з 14-ти добовою, четверту – 12 тварин з 28-добовою змодельованою вищевказаною патологією. Механічну жовтяницю моделювали шляхом перев'язування та перерізання між двома лігатурами спільної жовчної протоки. Евтаназію дослідних тварин здійснювали введенням великих доз 10 % розчину тіопенталу натрію. Всі експериментальні дослідження проводили за дотриманням правил проведення робіт з використанням експериментальних тварин.

Для рентгенконтрастного дослідження виконували ін'єкцію гілок дуги аорти водною суспензією свинцевого сируку. Рентгенографію проводили в двох проєкціях: бічній і аксіальній. Кількісну оцінку контрастних рентгеноангіограм проводили за методикою Шошенко, Голуб [3], згідно з якою структурною одиницею судинного русла визначено трійник (розгалуження, біфуркацію), який складається із трьох судин: стовбура і двох його гілок, конфігурація його детермінується гемодинамічним чинником. У судинному трійнику вимірювали діаметр основного стовбура ( $D_0$ ), товстішої ( $D_1$ ) і тоншої ( $D_2$ ) гілок, сумарний кут галуження ( $\varphi_0$ ) і його складові частини: кут відхилення товстішої ( $\varphi_1$ ) і тоншої ( $\varphi_2$ ) гілок, довжину основного стовбура (L).

На підставі вимірюваних характеристик трійника вираховували: коефіцієнт асиметрії:  $H_2 = D_2^2 / D_1^2 + D_2^2$ ; коефіцієнт галуження  $k = D_1^2 + D_2^2 / D_0^2$ ; відносну довжину основного стовбура судинного трійника  $L_{\text{відн.}} = L / D_0$ .

Для гістологічного дослідження вирізали шматочки привушної залози, які фіксували у 10 % нейтральному розчині формаліну. Мікротомні парафінові зрізи товщиною 7–10 мкм фарбували гематоксиліном та еозином, за ван Гізона, Малорі, а також резорцин-фуксином за Вейгертом. Рівень білірубину в плазмі крові визначали біохімічним методом.

Мікроциркуляторне русло вивчали шляхом ін'єкції останнього туш-желатиновою масою з подальшим виготовленням просвітлених препаратів, а також за допомогою імпрегнації азотно-кислим сріблом. Серед елементів гемомікроциркуляторного русла проводили підрахунок відносного об'єму капілярів, вимірювали діаметр артеріол, капілярів, венул. Для визначення критеріальнозначного показника формування гідростатичного капілярного тиску визначали артеріоло-венулярний індекс (співвідношення діаметрів артеріол і венул).

Статистичну обробку отриманих кількісних величин виконували методом варіаційної статистики з використанням програми "Microsoft Excel". Оцінку суттєвості різниці проводили за критерієм Стьюдента.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Кровопостачання привушної залози здійснюється артеріями, які відходять від гілок зовнішньої сонної артерії. Увійшовши в товщу привушної залози, вони розділяються на судинні порядки, що забезпечують кровопостачання органа, з врахуванням його частоткової будови та наявності великої протокової системи. В інтактних тварин артеріальна система привушної залози щурів являє собою систему помірного опору руху крові міжчасточкових судин та виражено резистивну систему, яка об'єднує дрібні артерії та артеріоли. Характеристику ступеня опірності кровотоку можна прослідкувати за показниками асиметрії  $H_2$ , які відображають міждіаметральні відношення (табл. 1). У другому судинному порядку величина показника  $H_2$  становить  $26,31 \pm 0,41$ . Отже, цей порядок артерій характеризується поділом на гілки, з яких має місце значне переважання гілки більшого діаметра в поперечному перерізі над гілкою меншого діаметра. За Шошенком судини такого рівня симетрії належать до

Таблиця 1. Динаміка змін показників структурно-просторової організації артеріального русла привушної залози при механічній жовтяниці ( $M \pm m$ )

Досліджуваний параметр	Порядок судин	Контроль (n=6)	Тривалість механічної жовтяниці		
			7 діб (n=6)	14 діб (n=6)	28 діб (n=6)
$D_0$ (мкм)	II	182,20±3,67	171,35±3,94	169,05±2,84*	165,34±3,06*
	III	132,14± 2,44	126,73± 2,88	121,19± 2,52*	117,29± 2,97**
	IV	84,37±1,62	74,43± 2,29*	70,09± 3,16**	64,32± 3,59**
L/ $D_0$	II	14,48±1,09	16,02±0,98	17,12±1,06	18,01±0,90*
	III	23,37±1,10	26,15±1,85	29,41±1,58*	31,15±1,74**
	IV	34,61±1,95	40,53±2,26	42,37±2,03*	44,22±2,63*
$\varphi^0$ (град)	II	61,78±2,92	63,40±3,01	65,44±3,29	67,52±2,02
	III	68,03±2,15	69,84±4,39	71,93±2,26	73,25±2,67
	IV	79,27±2,06	81,46±3,77	84,31±2,55	87,44±1,31*
$\varphi_1$ (град)	II	27,05±1,30	29,44±1,09	28,89±1,60	32,88±1,23*
	III	30,19±1,23	31,52±1,33	31,90±1,78	34,20±1,06*
	IV	35,04±1,27	36,83±2,01	38,49±1,13	40,67±1,19*
$\varphi_2$ (град)	II	34,63±1,26	34,20±1,70	37,26±1,01	35,23±2,61
	III	38,93±1,03	38,56±1,28	40,37±0,80	39,02±2,42
	IV	44,20±1,12	45,31±0,79	46,33±1,94	47,50±2,32
$H_2$ (%)	II	26,31±0,41	27,85±0,62	28,70±0,56*	29,56±0,74**
	III	33,29±0,52	34,60±0,74	36,05±0,83*	38,12±0,96**
	IV	41,08±0,69	42,59±0,81	44,61±0,62**	47,50±0,84***
K (%)	II	92,05±2,28	94,63±2,69	99,32±2,19*	104,02±2,22**
	III	96,30±2,16	101,29±1,52	102,64±1,05*	108,13±2,29**
	IV	99,57±1,40	103,06±1,13	107,38±1,49*	112,05±2,58**

Примітка. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$  порівняно з контрольними величинами.

2 класу, яким не є характерною висока опірність кровотоку. З наближенням до мікросудин показники асиметрії виразно змінюються, вказуючи на зростання резистивності та збільшення опору кровотоку, й у найдрібніших судинних порядках знаходяться в межах  $41,08 \pm 0,69$  (3 клас асиметрії). Загальний кут галуження на дочірні гілки у 2-му порядку становить  $(61,78 \pm 2,92)^\circ$ , 3-му порядку –  $(68,03 \pm 2,15)^\circ$  та  $(79,27 \pm 2,06)^\circ$  у 4-му порядках. Кути відхилень гілки більшого діаметра знаходяться в межах  $(27,05 \pm 1,30)^\circ$  –  $(35,04 \pm 1,27)^\circ$ , а гілки меншого діаметра –  $(34,63 \pm 1,26)^\circ$  –  $(44,20 \pm 1,12)^\circ$ . Згідно з даними, доведеними Шошенко [3], величина кута галуження також відіграє важливе значення у зниженні градієнта тиску крові на шляху до капілярів.

Розгалуження кровоносного русла змінює свій загальний переріз при переході від нижчих порядків до вищих. Такий стан характеризується коефіцієнтом галуження (K), який у 2-му порядку становить  $(92,05 \pm 2,28) \%$ , а у 4-му порядку –  $(99,57 \pm 1,40) \%$ .

Необхідно відмітити, що секреторна діяльність привушних залоз безпосередньо залежить від структурного та функціонального стану судин обмінного рівня, їх можливостей регулювати гідростатичний тиск. Відносний об'єм капілярного русла в інтактних щурів становить  $6,17 \pm 0,28$ , а співвідношення між просвітами артерій та венул –  $0,61 \pm 0,03$ .

Змодельована механічна жовтяниця сприяла стрімкому зростанню холемії та порушень реологічних властивостей крові. Кількість білірубіну на 7-му добу обтураційного холестазу в плазмі крові збільшувалася у 7,32 раза. Розвивався набряк внутрішньої та середньої оболонки артерій. Спостерігали зменшення внутрішнього діаметра, що особливо було вираженим у артерій 4-го порядку, які формували найбільшу опірність. Звуження просвіту артеріального русла наростало зі збільшенням тривалості обтураційного холестазу. Вже на 14-ту добу експерименту просвіти у всіх порядках основних артеріальних стовбурів мали достовірно менший переріз від контрольних величин ( $p < 0,01$ ). Звуження просвіту артерій було викликано у цьому терміні експерименту не тільки гідропічними, але і гіпертрофічними процесами, які виникали внаслідок тривалого гіпертензивного стану гладком'язових клітин. При місячній обтураційній жовтяниці до них приєднувалися ознаки склерозування. Спостерігали розростання сполучної тканини у навколосудинних просторах. У цей термін переріз основних стовбурів артерій 2-го порядку зменшився на 10,3 %, 3-го порядку – на 11,2 %, 4-го порядку – на 31,2 %. Таким чином, визначене зменшення перерізу сприяло за рахунок зміни структури судин наростанню судинного опору і поступовому зниженню пропускної здатності, особливо у дрібних артеріях. Місячна тривалість механічної жовтяниці призводила до приєднання склеротичних змін й у самих оболонках артерій.

Внаслідок вираженої зміни перерізу кровоносних судин відповідно і змінювалася асиметрія їх галужень. Спостерігають динамічне збільшення симетричності в галуженнях всіх порядків. У 2-му порядку показник  $H_2$  при місячній жовтяниці становив  $29,56 \pm 0,74$  ( $p < 0,01$ ), у 3-му порядку симетричність збільшилася на 15,2 %, а у дрібних артеріальних судин вона становила

$47,50 \pm 0,84$  ( $p < 0,001$ ). Це свідчить, що у 4-му порядку відбулося формування галужень, які наближаються до симетричних і які є судинами найбільшого опору. Із зростанням симетричності галужень збільшується коефіцієнт галуження. Його величини засвідчують динамічне збільшення градієнта симетрії. У міжчастових артеріях при 7-добовому холестазі коефіцієнт галуження становив  $94,63 \pm 2,69$ , який збільшився до  $104,02 \pm 2,22$  при місячній механічній жовтяниці ( $p < 0,01$ ). Коефіцієнт галуження у 3-му порядку зростав на 14-ту добу експерименту на 6,25 %, а на 28-му добу – на 12,6 %. Величина показника асиметрії у найдрібніших артеріях складала при тижневій жовтяниці  $103,06 \pm 1,13$ , а при місячній –  $112,05 \pm 2,58$ , що на 13,2 % переважало над контрольними величинами ( $p < 0,01$ ).

Зміну геометричних ознак архітекtonіки артеріального русла доповнюють кутові переорієнтації. При цьому найбільшого розмаху набуває загальний кут галуження артерій, величини якого динамічно збільшуються, прямуючи до прямого кута. Збільшення загального кута відбувається в основному за рахунок кута відхилення гілки більшого калібру, який у всіх порядках при місячній тривалості механічної жовтяниці достовірно переважає контрольні величини. Динаміка величини відхилення гілки меншого діаметра є значно нижчою. Наведені вище зміни кутової симетрії можна назвати компенсаторними щодо врівноваження потрапляння крові до судин обмінного рівня, адже відхилення гілки більшого діаметра, просвіт якої може пропустити більшу кількість крові, сприяє більшій втраті енергії руху крові за рахунок зігнутого поля додаткового тиску.

Наявність кутових і діаметральних переорієнтацій архітекtonіки артеріального русла, які формували нові гемодинамічні умови щодо кровопостачання привушної залози, підвищений тонус м'язових елементів середньої оболонки артерій, підвищені геометричні умови опірності руху крові призводили до видовження основних судинних стовбурів та формування підвищеної їх звивистості. Характерним відображенням таких процесів були величини довжинно-діаметральних відношень основних стовбурів судинних порядків галуження. При цьому найбільших змін зазнавали довжинно-діаметральні відношення артерій 3 і 4 порядків, які при місячній механічній жовтяниці переважали над контрольними величинами у 3-му порядку на 34,7 % та у 4-му порядку – на 29,4 %.

Великий вплив на кровопостачання привушної залози мають судини, які забезпечують гідростатичний тиск у капілярах. На 7-му добу механічної жовтяниці діаметр артеріол становив  $(20,08 \pm 1,34)$  мкм при контролі  $(19,35 \pm 1,02)$  мкм, діаметр венул  $(34,54 \pm 1,79)$  мкм при контролі  $(32,15 \pm 1,25)$  мкм (табл. 2). Артеріоло-венозний індекс знизився від  $0,61 \pm 0,03$  до  $0,59 \pm 0,04$ , проте достовірної різниці у величинах цього показника не було. Просвіт капілярів розширився від  $(6,31 \pm 0,35)$  мкм до  $(7,28 \pm 0,41)$  мкм, при відносних показниках об'єму кровоносних капілярів –  $(6,08 \pm 0,19) \%$  при контролі  $(6,17 \pm 0,28) \%$ .

При двотижневій жовтяниці спостерігали зменшення просвіту артеріол до  $(16,21 \pm 0,75)$  мкм та розширення венул до  $(36,76 \pm 2,48)$  мкм ( $p < 0,05$ ). Артеріо-

Таблиця 2. Результати морфометричного аналізу елементів мікроциркуляторного русла привушної залози при механічній жовтяниці (M±m)

Термін спостереження	Діаметр артеріол (мкм)	Діаметр венул (мкм)	Діаметр капілярів (мкм)	Відносний об'єм кровоносних капілярів (%)	Артеріоло-венулярний індекс
Контроль (n=6)	19,35±1,02	32,15±1,25	6,31±0,35	6,17±0,28	0,61±0,03
7 діб (n=6)	20,08±1,34	34,54±1,79	7,28±0,41	6,08±0,19	0,59±0,04
14 діб (n=6)	16,21±0,75*	36,76±2,48*	7,91±0,32*	4,42±0,21***	0,44±0,02***
28 діб (n=6)	14,37±1,26*	39,38±2,31*	8,03±0,37**	3,71±0,19***	0,36±0,01***

Примітка. \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001 порівняно з контрольними величинами.

ло-венулярний індекс знизився до 0,44±0,02. Зберігалися тенденції до розширення капілярного русла та зменшення його щільності. Відносний об'єм кровоносних капілярів становив 4,42±0,21 (p<0,001).

При місячній жовтяниці діаметр артеріол був зменшеним на 35,7 %, а венули розширювалися на 21,8 % порівняно з контролем. Артеріоло-венулярний індекс становив 0,36±0,01. Більшість капілярів не брала участь у кровопостачанні залози та її вивідних проток. Відносний об'єм капілярів становив 3,71±0,19, що було меншим від контролю на 66,3 %.

При комплексному аналізі отриманих даних можна зробити висновок, що зміни з боку артеріального русла та мікросудин привушної залози при моделюванні механічної жовтяниці виражаються поступовим збільшенням судинного опору та зниженням пропускної здатності дрібних артерій і артеріол за рахунок їх геометричної і морфофункціональної перебудови. Порушення реологічних властивостей крові та альтернативні процеси, які виникають у оболонках кровоносних судин призводять до розвитку набряку судинних стінок та периваскулярних просторів. Гіпоксія, набряк, які розвиваються при механічній жовтяниці, сприяють розвитку дистрофічних і склеротичних змін паренхіми привушної залози, що супроводжуються впливом на функціональну діяльність.

На підставі одержаних даних про мікроциркуляторне русло привушної залози формується концепція характеру та особливостей змін з боку артеріол, капілярів та венул при різній тривалості холестази. У ранні терміни експериментальної моделі резистивні реакції артеріального відділу та вену направлені на збільшення об'ємного кровотоку. Через місяць від початку моделювання механічної жовтяниці на перший план виходять склеротичні зміни, як наслідок тривалої гіпоксії і набряку та морфологічні ознаки, що підтверджують порушення органного кровотоку.

**ВИСНОВКИ** 1. Реакції артеріального русла привушної залози при механічній жовтяниці направлені на зниження пропускної здатності з наступним розвитком склеротичних процесів.

2. Артеріальна частина мікроциркуляторного русла привушної залози у ранні терміни експериментальної жовтяниці шляхом зміни свого просвіту сприяє збільшенню об'ємного кровотоку, підтримуючи таким чином функціональну спроможність органа.

3. Починаючи з двотижневого терміну тривалості механічної жовтяниці, настає компенсаторне звуження артеріол та розширення венул, направлене на зменшення гідростатичного тиску в капілярах та стромальних гідрофільних реакцій.

4. При механічній жовтяниці зменшується щільність функціонуючих капілярів та площа їх обмінної поверхні, що значно знижує функціональну діяльність привушної залози.

**Перспективи подальших досліджень** Подальше вивчення патогенезу морфологічних змін кровоносного русла привушної залози при механічній жовтяниці може сприяти розробці адекватних методів їх корекції.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Автандилов Г. Г. Основы количественной патологической анатомии / Г. Г. Автандилов. – М. : Медицина, 2002. – 240 с.
2. Денисов А. Б. Слюнные железы / А. Б. Денисов. – М., 2005. – Ч. 3: – 120 с.
3. Ноздрачев А. Д. Анатомия крысы / А. Д. Ноздрачев, Е. Л. Поляков. – СПб., 2011. – 464 с.
4. Шошенко К. А. Архитектоника кровеносного русла / К. А. Шошенко, А. С. Голубь, В. И. Брод, С. В. Иванова // Новосибирск: Наука, 1982. – 210 с.
5. The relationship between sialographic images and clinical symptoms of inflammatory parotid gland diseases / J.-W. Choi, S.-S. Lee, K.-H. Huh [et al.] // Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endodontol. – 2009. – Vol. 107, № 3. – P. 49–56.
6. Salivary dysfunction associated with systemic diseases: systematic review and clinical management recommendations / I. von Bultzingslowen, T. P. Sollecito, P. C. Fox [et al.] // Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. – 2007. – Vol. 103. – P. 574–610.
7. Madani G. Anatomy of the Salivary Glands / G. Madani, T. Beale // Semin. Ultrasound, CT, and MRI. – 2006. – Vol. 27, № 6. – P. 436–439.

Отримано 23.02.12