

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЧАСТОТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОПРОМІНЕННЯ СУГЛОБА ТВАРИНИ ПРИ ЗАХВОРЮВАННІ НА СИНОВІТ

Ляшенко Г. А., Черепньов І. А., Полянова Н. В.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Проведене дослідження щодо застосування терапевтичного ультразвукового випромінювання для лікування тканин тварин.

Постановка задачі, аналіз останніх досліджень. Захворювання опорно-рухомого апарату досить часто зустрічаються у ветеринарній практиці. Вони можуть носити як уроджений, так і набутий характер. На сьогоднішній день відомо достатньо багато засобів лікування великої рогатої худоби із запаленням суглобів за допомогою медикаментозних засобів. На жаль, протизапальовальні препарати часто викликають побічні ефекти та приводять до виникнення лікарських алергій.

Мета досліджень - обґрунтування застосування методів ультразвукової терапії, що дозволяють при мінімальному фізіотерапевтичному впливі одержати максимальний ефект.

Основні матеріали досліджень. Синовіт представляє собою запалення синовіальної оболонки суглоба тварини. Основною особливістю цього захворювання є те, що в порожнині суглоба з'являється серозне, або гнійне спітніння (ексудат), що не вміщує в собі крові. Як відомо, рідина в суглобі присутня завжди, але при синовіті її кількість значно збільшується.

Причиною синовіту частіше за все є травма (падіння, забиття, розріз, т. ін.). Але існує і низка інших патологічних станів, за яких можливий розвиток запалення синовіальної оболонки суглоба. Зокрема, синовіт може виникати при порушеннях обмінних процесів в організмі, при порушеннях нормального функціонування імунної системи, при гемофілії. При лікуванні захворювань суглобів великої рогатої худоби на синовіт застосовують фонофорез – введення лікарського препарату через неушкоджену шкіру тварини завдяки силам, що діють в акустичному полі.

Виконання лікувальних процедур при застосуванні ультразвукового поля має певні особливості, які дозволяють значно підвищити ефективність процесу лікування. Згідно даних літератури [1] в ультразвуковому полі різко підвищується швидкість розчину фармакологічних засобів.

Розповсюдження ультразвукових хвиль в середовищі супроводжується загасанням; їх амплітуда, а також інтенсивність знижуються із збільшенням відстані від джерела хвиль.

Загасання обумовлено поглинанням енергії звукових хвиль біологічним середовищем, тобто переходом звукової енергії в інші види енергії, зокрема в теплову, розсіянням звуку на неоднорідностях середовища, в результаті чого зменшується потік енергії у заданому напрямку розповсюдження хвилі, а також розходженням звукового проміння з віддаленням від джерела.

Коефіцієнт поглинання α ультразвукової хвилі в рідинних середовищах, зокрема в біологічній рідині, пропорційний коефіцієнту в'язкості η та квадрату частоти f коливань. Крім того, він залежить від властивостей біологічної рідини. Ця залежність визначається співвідношенням [2]

$$\alpha = \frac{2\eta f^2}{3\rho c^3}, \quad (1)$$

де ρ – густина середовища,
 c – швидкість розповсюдження звукової хвилі в даному середовищі.

Значені дані наведені із джерела [2] у таблиці 1.

Таблиця 1 – Біофізичні параметри біологічних тканин суглоба тварини

	Густина, г/см ³	В'язкість, МПа/с	Коефіцієнт поглинання, см ⁻¹	Швидкість розповсюдження, м/с
Кістка суглоба	1,9-6,1	-	3,02	3300
Хрящ суглоба	1,095	-	0,5	1570
Синовіальна рідина	1,095	21,9	0,01	1510

З урахуванням даних таблиці 1 і співвідношення (1) можна визначити чисельно залежність коефіцієнту поглинання ультразвукової хвилі в синовіальній рідині від частоти. Графік залежності наведений на рис. 1.

Графік демонструє досить швидке зростання коефіцієнту поглинання від частоти. Для забезпечення рівномірності терапевтичної дії на суглоб тварини потрібно виконати умову рівномірності ультразвукового поля на ділянці синовіальної рідини в суглобі.

Як відомо, інтенсивність ультразвуку зменшується з відстанню x згідно виразу

$$I = I_0 e^{-2\alpha x}. \quad (2)$$

Координата x змінюється приблизно в межах 3 см (збільшення радіусу суглоба за рахунок ексудату при травмі). При цьому інтенсивність звукової хвилі змі-

нюється в залежності від коефіцієнту поглинання, що залежить від частоти поля наступним чином (рис. 2).

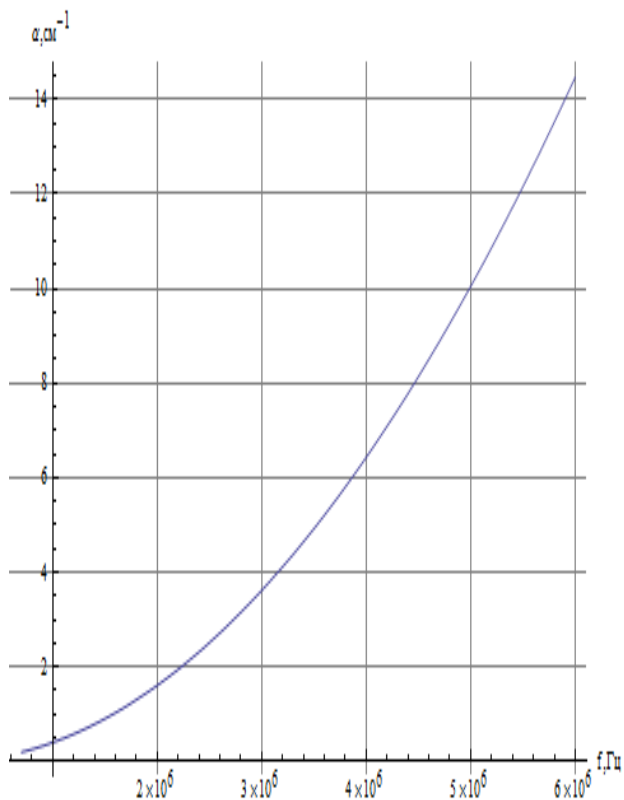


Рисунок 1 - Залежність коефіцієнту поглинання ультразвукових хвиль від частоти

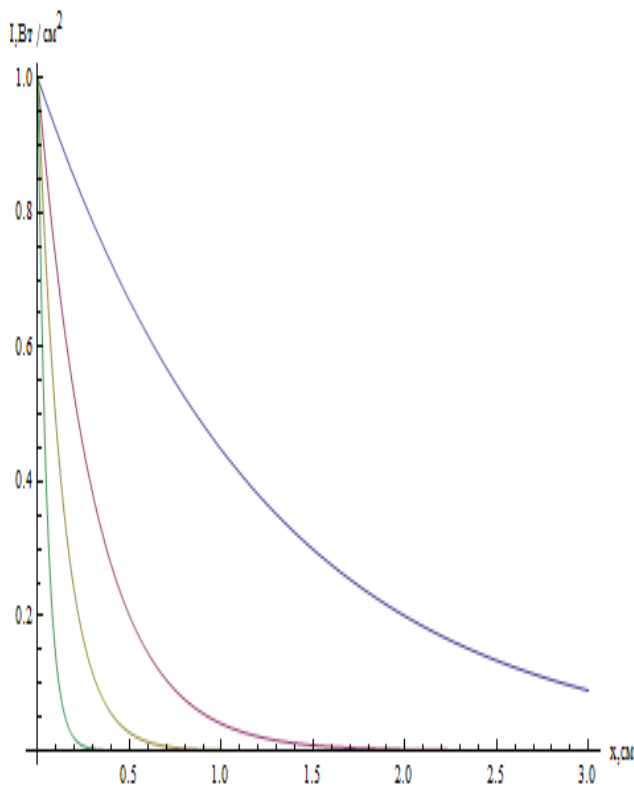


Рисунок 2 - Залежність інтенсивності ультразвукового поля від коефіцієнту поглинання при частотах 5, 3, 2, 1 МГц

Висновки. Визначені залежності показують, що спад інтенсивності поля при частоті 1 МГц і початковій інтенсивності $1 \text{ Вт}/\text{см}^2$ більш рівномірний ніж при частотах 2, 3, 5 МГц. Взагалі, в літературі [2, 3, 4] наведені рекомендації для застосування терапевтичного ультразвукового випромінювання з метою лікування тканин при частотах $0,7 \dots 1$ МГц; для лікування захворювань шкіри, ран частоту підвищують до $2,5 \dots 3$ МГц.

З іншого боку, ультразвукове поле при частотах $0,05 \dots 0,7$ МГц проходить наскрізь шар синовіальної рідини, при цьому енергія поля концентрується в кістках суглоба. З урахуванням наведених міркувань для лікування синовіту рекомендовано обирати частоту терапевтичного ультразвукового сигналу в межах 1 МГц.

Список использованных источников

1. Енциклопедія [zhivotnovostvo.net.ru / veterinarnaja-hirurgia / 173-bolezni-tazjvyh-konechnostej / 1525-bolezni-v-oblasti-kolennogo-sustava.html](http://zhivotnovostvo.net.ru/veterinarnaja-hirurgia/173-bolezni-tazjvyh-konechnostej/1525-bolezni-v-oblasti-kolennogo-sustava.html).

2. Акопян Б. В. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии. Учеб. пособие / Б. В. Акопян, Ю. А. Ершов // Под ред. С. И. Щукина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 224 с.

3. Миллер Э. Применение ультразвука в медицине: физические основы / Э. Миллер, К. Хилл, Дж. Бэмбер и др. // Под ред. К. Хилла. – М.: Физматлит, 2008. – 540 с.

4. Hill C. R. Calibration of ultrasonic beams for biomedical applications / C. R. Hill. – Phys. Med. Biol. 15, 1970. – P. 241 – 248.

Аннотация

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЧАСТОТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ СУСТАВА ЖИВОТНЫХ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИИ СИНОВИТОМ

Ляшенко Г. А., Черепнев И. А., Полянова Н. В.

Проведено исследование по применению терапевтического ультразвукового излучения для лечения тканей животных.

Abstract

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF FREQUENCY OF ULTRASONIC IRRADIATION F JOINT OF ANIMALS AT SYNOVITIS

G. Lyashenko, I. Cherepnev, N. Polyanova

The research on the application of therapeutic ultrasonic radiation for treatment of animal tissues has been done.