

Про вплив ультразвуку на вміст нуклеїнових кислот у тканинах тваринного організму

М. Ю. Хурсін

Лабораторія біофізики Інституту фізіології
ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР, Київ

Широке застосування ультразвуку в техніці, біології та медицині [1, 2, 6] потребує вивчення його біологічної дії. Зважаючи на те, що нуклеїнові кислоти відіграють важливу роль в життєдіяльності клітини [10], ми вважали за доцільне простежити, в якій мірі змінюється вміст нуклеїнових кислот під впливом дії на тканини ультразвуку в межах терапевтичної інтенсивності. В дослідженнях деяких авторів відзначена чутливість розчинів нуклеїнових кислот до ультразвуку [5, 11]. Питання про вплив ультразвуку на вміст нуклеїнових кислот в організмі тварин в літературі не висвітлене. В деяких дослідженнях поставлено питання про вплив ультразвуку на обмін нуклеїнових кислот, але ці праці нечисленні і стосуються переважно впливу ультразвуку на ріст пухлин [4, 9].

В наших раніше опублікованих дослідженнях [8] показано, що при застосуванні ультразвуку високої терапевтичної інтенсивності вміст нуклеїнових кислот у тканинах організму тварини помітно зменшується. Виконуючи дану роботу, ми прагнули знайти такі найменші дози, при яких закономірно зменшується вміст цих кислот.

Зміни вмісту нуклеїнових кислот в testes білих щурів

№ тварини	3 вт/см ²			№ тварини	2 вт/см ²			№ тварини
	Кількість нуклеїнових кислот в мг%		% зменшення вмісту нуклеїнових кислот		Кількість нуклеїнових кислот в мг%		% зменшення	
	Контроль	Ультразвук			Контроль	Ультразвук		
1	702	564	19,7	1	820	546	33,0	9
2	698	441	36,8	2	730	646	11,5	10
3	616	519	16,0	3	624	567	9,0	11
4	628	688	+8,6	4	701	521	25,6	12
5	720	578	19,7	5	649	480	26,0	13
6	792	632	20,2	6	652	525	19,5	14
7	736	630	14,4	7	807	757	6,5	15
8	690	617	10,5	8	706	673	5,0	16
В середньому	698	583,6	16,1 ± 2,9					

В досліді був використаний ультразвуковий датчик. Частота коливань ультразвуку в момент контакту протягом 10 хвилин становила 100 кГц.

Всі досліді проводили на тваринах, які не піддавали одну залозу, а дві залози залишили в руці. Захист контрольної залози здійснювали за допомогою шару парафину, всередині якого був шар марлі, готовленої з кори пробкової деревини.

Перша серія дослідів була присвячена вивченню впливу ультразвуку на вміст нуклеїнових кислот в тканинах тварин. В даній серії була використана модифікація Девіса. В табл. 1 наведено результати дослідів з вмістом нуклеїнових кислот у 3-х тваринах (середній вагу тканини).

При застосуванні ультразвуку в тканинах тварин гали значне зменшення вмісту нуклеїнових кислот. Введена інтенсивність ультразвуку в даній серії, яка служила контролем, то в підданій ультразвуку інтенсивності в необробленій тварині вміст нуклеїнових кислот становив 606 мг%.

Наведена таблиця показує результати дослідів з вмістом нуклеїнових кислот за однакових умов застосування ультразвуку та фізіологічних змін.

Зовсім інша картина вивчення впливу ультразвуку на вміст нуклеїнових кислот в тканинах тварин при інтенсивності 1 вт/см².

підля застосування ульт

Кількість нуклеїнових кислот в мг%		
Контроль	Ультразвук	% зменшення
646	574	11,2
730	745	+2,0
769	696	9,4
718	668	7,0
656	568	13,4
724	618	14,5
615	555	98,0
542	643	+15,7

Методика досліджень

В дослідях був використаний терапевтичний генератор ультразвуку з п'єзокварцовим датчиком. Частота коливань — 800 кГц. Опромінювання провадилось при нерухомому контакті протягом 10 хв., контактним середовищем була вода.

Всі досліді провадились на сім'яниках білих шурів, причому впливу ультразвуку піддавали одну залозу, а для контролю використовували другу залозу тієї самої тварини. Захист контрольного органу забезпечували за допомогою тонкої гумової пластинки, всередині якої був шар повітря завтовшки 1 мм, або за допомогою пластинки, виготовленої з кори пробкового дуба (обидві такі пластинки непроникні для ультразвуку).

тканинах

Результати досліджень

Перша серія досліджень проведена на 66 тваринах, у яких вміст нуклеїнових кислот визначали через добу після застосування ультразвуку. В даній серії була використана відома методика Шмідта і Тангаузера в модифікації Девідсона.

В табл. 1 наведені абсолютні показники, що відбивають вміст нуклеїнових кислот у 39 тварин першої серії (в мг% в обчисленні на сиру вагу тканини).

а медицині
на те, що
ті клітини
ється вміст
у в межах
відзначена
1]. Питан-
анізмі тва-
авлено пи-
ле ці пра-
а ріст пух-

При застосуванні ультразвуку інтенсивністю 3 вт/см² ми спостерігали значне зменшення вмісту нуклеїнових кислот (в усіх випадках наведена інтенсивність випромінювання генератора). Так, якщо в тканині, яка служила контролем, в середньому було 698 мг% нуклеїнових кислот, то в підданій дії ультразвуку — тільки 584 мг%. При застосуванні ультразвуку інтенсивністю 2 вт/см² в таких самих умовах дослідження в необробленій тканині нуклеїнових кислот було 682 мг%, а в обробленій — 606 мг%.

о, що при
ості вміст
еншується.
дози, при

Наведена таблиця демонструє коливання вмісту нуклеїнових кислот за однакових умов дослідження, які, проте, не виходять за межі фізіологічних змін.

Зовсім інша картина спостерігається при застосуванні ультразвуку інтенсивністю 1 вт/см² і 0,6 вт/см². Якщо раніше (табл. 1) зменшення вмісту нуклеїнових кислот не виявлено лише в 10% дослідів, то при

білих шурів

після застосування ультразвуку інтенсивністю 3 і 2 вт/см²

Таблиця 1

2 вт/см ²											
Кількість нуклеїнових кислот в мг%		% зменшення	№ тварини	Кількість нуклеїнових кислот в мг%		% зменшення	№ тварини	Кількість нуклеїнових кислот в мг%		% зменшення	
Контроль	Ультразвук			Контроль	Ультразвук			Контроль	Ультразвук		
33,0	9			646	574	11,2	17	606	567	6,4	25
11,5	10			730	745	+2,0	18	720	631	12,3	26
9,0	11			769	696	9,4	19	446	580	+23,0	27
25,6	12			718	668	7,0	20	657	452	31,0	28
26,0	13			656	568	13,4	21	696	547	17,6	29
19,5	14			724	618	14,5	22	715	576	19,3	30
6,5	15			615	555	98,0	23	536	387	27,7	31
5,0	16			542	643	+15,7	24	652	623	4,5	—
								682	606	11,2±1,7	

Таблиця 2

Зміни вмісту нуклеїнових кислот в testes білих щурів після застосування
ультразвуку при інтенсивності 1 і 0,6 вт/см^2

№ тварини	1 вт/см^2						0,6 вт/см^2					
	Кількість нуклеїнових кислот в мг%		% зменшення	№ тварини	Кількість нуклеїнових кислот в мг%		% зменшення	№ тварини	Кількість нуклеїнових кислот в мг%		% зменшення	
	Контроль	Ультразвук			Контроль	Ультразвук			Контроль	Ультразвук		
1	626	644	+ 2,6	10	524	477	— 8,7	1	529	457	—13,4	
2	464	519	+10,5	11	637	510	—19,8	2	558	574	+ 2,6	
3	574	592	+ 3,1	12	775	489	—36,9	3	630	704	+10,5	
4	710	699	— 1,5	13	573	520	— 9,3	4	592	512	—13,4	
5	734	742	+ 1,1	14	484	458	— 5,3	5	558	618	+ 9,6	
6	792	728	— 8,0	15	470	518	+ 9,2	6	596	638	+ 6,5	
7	756	816	+ 7,4	16	456	419	— 8,0	7	692	555	—19,8	
8	656	656	0,0	17	492	499	+ 1,2	8	595	778	+23,4	
9	462	510	+ 9,2	18	443	568	+21,9	9	617	588	— 4,6	

В середньому 590 578 $-1,7 \pm 2,7$ 596,3 603 $0,4 \pm 4$

цих інтенсивностях у половині випадків ми спостерігали незначне зменшення, тоді як у другій половині — збільшення вмісту нуклеїнових кислот після впливу ультразвуку (табл. 2).

Важливо відзначити, що ультразвук інтенсивністю 1 і 0,6 вт/см^2 інколи може викликати деяке зменшення вмісту нуклеїнових кислот. Отже, доза, яка в жодному випадку не викликає зменшення вмісту нуклеїнових кислот, ще менша, але для переважної більшості тварин поріг, як видно з наших досліджень (табл. 1 і 2), лежить між 1 вт/см^2 і 2 вт/см^2 , що узгоджується з літературними даними.

В літературі є вказівки на те, що після впливу ультразвуку в тканинах розвивається набряк [3, 12]. Щоб перевірити це твердження в умовах наших досліджень, ми застосували метод зважування.

Виявилось, що піддані дії ультразвуку інтенсивністю 2 вт/см^2 заложи в переважній більшості досліджень через 24 год. важать більше, ніж контрольні.

Для ілюстрації наводимо перші 10 досліджень із 30 зважувань (табл. 3).

Наявність набряку в обробленій ультразвуковими хвилями тканині може привести до того, що в наважці, взятій з цієї тканини, буде ви-

Таблиця 3
Вплив ультразвуку на вагу testes білих щурів в мг

Об'єкт дослідження	№ тварини										В середньому
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Опромінена залоза . .	1140	1040	1035	940	850	1080	920	730	960	1220	992
Неопромінена » . .	1000	1004	1040	910	800	950	940	700	900	1110	936
Різниця	+140	+36	—5	+30	+50	+130	—20	+30	+60	+110	+56,0

Зміна вмісту нуклеїнових кислот в мг

№ тварини	Кількість нуклеїнових кислот в мг	
	Контроль	Ультразвук
1	6,62	5,8
2	7,01	6,2
3	5,88	5,4
4	5,78	4,8
5	5,62	3,8
6	5,43	3,6
7	5,87	4,1
8	5,7	3,9
9	6,66	5,1
10	6,43	4,8

В середньому

явлена зменшена кількість во зруйновані ультразвуком уникнути помилок так унення тільки на суху вагу

Досліди, наведені [7]. Тварин опромінювали в самих умовах (дифузії) в мг на 100 мг сухої ваги на суху вагу тканини наших дослідів вмісту наших дослідів вмісту кислот. Так, якщо кислот становить 6,6 мг дії ультразвуку — 5,14.

1. Ультразвук інтенсивності експозиції і нерухомості вмісту нуклеїнових кислот.
2. При збільшенні інтенсивності кислот прогресують.
3. Ультразвук інтенсивності помітних змін вмісту нуклеїнових кислот.

1. Бергман Л., Ультразвук.
2. Байер В., Дерне.
3. Богданович Л. І.
4. Давыдова С. Я., 1951.
5. Збарский И. Б., 1951.
6. Крылов Н. П., Родина, М., 1958.
7. Спирин А. С., Биохимия.
8. Хурсін М. Ю., IV Конгресу фізіологів і фармакологів.

Таблиця 2

тосування

т/см ²	
Кількість нуклеїнових кислот в мг	% зменшення
Ультразвук	
457	-13,4
574	+ 2,6
704	+10,5
512	-13,4
618	+ 9,6
638	+ 6,5
555	-19,8
778	+23,4
588	- 4,6

603 0,4±4

значне зменшення нуклеїнових кислот.

0,6 вт/см² інтенсивності. Отримано зменшення вмісту нуклеїнових кислот порівняно з контролем на 1 вт/см² і

ультразвуку в тканинах. Зменшення вмісту нуклеїнових кислот в тканинах залежить від інтенсивності ультразвуку.

0,6 вт/см² залозистої тканини більше, ніж

зв'язування

тканини, буде визначено.

Таблиця 3

10	В середньому
1220	992
1110	936
0+110	+56,0

Таблиця 4

Зміна вмісту нуклеїнових кислот в testes білих щурів після опромінення ультразвуком інтенсивністю 2 вт/см² в обчисленні на 100 мг сухої тканини

№ тварини	Кількість нуклеїнових кислот в мг		% зменшення	№ тварини	Кількість нуклеїнових кислот в мг		% зменшення
	Контроль	Ультразвук			Контроль	Ультразвук	
1	6,62	5,38	18,5	11	6,23	3,47	43,8
2	7,01	6,24	11,1	12	5,91	3,95	33,2
3	5,88	5,4	8,2	13	6,3	4,26	32,4
4	5,78	4,85	16,1	14	5,94	3,97	33,2
5	5,62	3,84	31,7	15	7,53	6,98	7,3
6	5,43	3,69	32	16	10,7	8,1	24,3
7	5,87	4,17	29	17	7,94	7,21	9,1
8	5,7	3,9	31,6	18	7,29	5,84	20
9	6,66	5,17	22,4	19	6,43	5,13	20,2
10	6,43	4,81	25	20	6,64	6,35	4,3
В середньому					6,6	5,14	22,5±2,5

явлена зменшена кількість нуклеїнових кислот не тому, що вони частково зруйновані ультразвуком, а внаслідок розведення їх рідиною. Щоб уникнути помилок такого характеру, ми надалі завжди робили обчислення тільки на суху вагу тканини.

Досліди, наведені в табл. 4, виконані за методикою А. С. Спірина [7]. Тварин опромінювали при інтенсивності ультразвуку 2 вт/см² і в тих самих умовах (див. вище). Кількість нуклеїнових кислот виражали в мг на 100 мг сухої тканини. Можна переконатися, що і при обчисленні на суху вагу тканини ультразвук інтенсивністю 2 вт/см² в умовах наших дослідів викликає закономірне зменшення вмісту нуклеїнових кислот. Так, якщо в контрольному органі кількість нуклеїнових кислот становить 6,6 мг на 100 мг сухої ваги тканини, то в підданому дії ультразвуку — 5,14. Зменшення дорівнює 22,5 ± 2,5%.

Висновки

1. Ультразвук інтенсивністю 2 вт/см² і більше при десятихвилинній експозиції і неруховому контакті викликає закономірне зменшення вмісту нуклеїнових кислот в testes білих щурів.

2. При збільшенні інтенсивності ультразвуку падіння вмісту нуклеїнових кислот прогресує.

3. Ультразвук інтенсивністю 0,6 і 1 вт/см² в умовах наших дослідів помітних змін вмісту нуклеїнових кислот не викликає.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бергман Л., Ультразвук и его применение в науке и технике, М., 1956.
2. Байер В., Дернер Э., Ультразвук в биологии и медицине, Л., 1958.
3. Богданович Л. И., Архив патологии, XIX, 6, 1957, 24.
4. Давыдова С. Я., Вопросы мед. химии, III, 3, 1957, 210.
5. Збарский И. Б., Эльпинер И. Е., Харламова В. Н., ДАН СССР, Новая серия, 77, 3, 1951, 439.
6. Крылов Н. П., Рокитянский В. И., Ультразвук и его лечебное применение, М., 1958.
7. Спирин А. С., Биохимия, 23, 5, 1958, 656.
8. Хурсин М. Ю., IV конференция молодых ученых Київського відділу Товариства фізіологів і фармакологів і Товариства біохіміків. Тези доповідей, Київ, 1960.

9. Черемушенцева И. И., ДАН СССР, 114, 1, 1957, 84.
10. Чепинога О. П., Нуклеиновые кислоты и их биологическая роль. Изд-во АН УССР, Киев, 1956.
11. Goldstein G., Stern K. G., J. Polymer Science, 5, 6, 1950, 687.
12. Lehmann I. F., Herrick J. F., Arch. Physical Medicine and Rehabilitation, 34, 2, 1953, 86.

Надійшла до редакції
28.XI 1960 р.

Влияние ультразвука на содержание нуклеиновых кислот в тканях животного организма

Н. Е. Хурсин

Лаборатория биофизики Института физиологии
им. А. А. Богомольца Академии наук УССР, Киев

Резюме

Опыты были поставлены на testes белых крыс, причем действию ультразвуковых волн подвергали одну железу, а контролем служила другая железа того же животного. Был использован терапевтический генератор ультразвука частотой 800 кГц. Определение количества нуклеиновых кислот производилось на спектрофотометре СФ-4.

В результате исследований было установлено, что ультразвуковые волны интенсивностью 2 Вт/см² и более при десятиминутной экспозиции и неподвижном контакте вызывают закономерное уменьшение содержания нуклеиновых кислот в testes белых крыс.

С увеличением интенсивности ультразвука падение содержания нуклеиновых кислот прогрессирует.

Ультразвук при интенсивности 0,6 и 1 Вт/см² в условиях наших опытов существенных сдвигов в содержании нуклеиновых кислот не вызывает.

Effect of Ultrasound on the Nucleic Acid Content in the Tissues of the Animal Organism

N. E. Khursin

Biophysics Laboratory of the A. A. Bogomoletz
Institute of Physiology of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

Summary

Experiments were conducted on the testes of albino rats, one gland being subjected to the action of ultrasonic waves and the second serving as a control. A therapeutic ultrasonic generator with a frequency of 800 kc. p. s. was used. The determination of the quantity of nucleic acids was carried out on the СФ-4 spectrophotometer.

It was established as a result of the investigations that ultrasonic waves of 2 w/cm² intensity and over with a ten-minute exposure and stationary contact regularly induces a decrease in the nucleic acid content of the testes in albino rats.

The fall in nucleic acid content progresses with increase in ultrasonic intensity.

At an intensity of 0.6 and 1 w/cm² ultrasound does not give rise to any substantial changes in the nucleic acid content under the given experimental conditions.

Вплив ультр

Лаборат
ім. О.

При вивченні ви
дослідників уже дав
Гемолітичну дін
і Біанкані (1927). Г
слідниками.

В 1936 р. Гетце
концентрації еритро
вплив ультразвуку.

За даними Шен
суспензії еритроциті
ультразвукових кол

Леман (1949) за
ляється вже через кі

Бейдл (1950) н
кров можна одержа

Штульфaut, Ву
коливань на живі ле
зернистості.

Леман, Бекер, С
еозинофілів при «оз

Онанов (1957) з
ві людини ультразву
сивності 6 Вт/см² чер

формених елементів
ми проти ультразвуку
нулоцити. Зміни пер

вань на живий орган
Доньйон і Біанк

ві при дії ультразвуку

Гаден (1952) піс

ультразвуку не вияв
яких випадках кільк

зменшилась; іноді не
ми. В кістковому моз

фільного ряду.

Ерїтаві, Онанов,
слідів на двох собак

ультразвуку на різні
лика викликає не тіл