1.Визначте довжину хвилі УЗ-устаткування SONAR в біологічних тканинах.

2.Назвіть способи одержання ультразвукових коливань.

3.Виникнення кавітації у рідких середовищах під дією УЗ.

4.Звуко-капілярний ефект і його застосування.

5.Застосування ультразвукових коливань у медицині.

З’ясування біологічної дії вібрації складається з двох основних задач: вивчення механізму дії вібраційних хвиль і механізму їх сприйняття об’єктом (виключаючи рецепторні клітини). В якості об’єкта дослідження вибирався актоміозин (АМ). АМ є нижчою ланкою організації біологічної структури, ніж клітина але разом з тим із всіх білкових комплексів він стоїть найближче до клітинного рівня організації, так як крім ферментативної виконує одну з фундаментальних функцій живої матерії – механічний рух, крім того, АМ виконує і пластичну функцію. Основний характер даного білкового комплексу, який визначає його біологічну сутність, є ферментативна функція, необхідна для генерації енергії. Тому оцінку реакції АМ на дію вібрації слід проводити за зміною ферментативної, або точніше кажучи АТФ-азної активності, забезпечуючи систему необхідною енергією. АТФ-аза – це АМ скелетних м’язів, ферментативна активність котрого оцінюється по кількості неорганічного фосфору (Рп) в пробі, що утворюється в результаті гідролізу АТФ актоміозина.

Експериментально встановлено, що структура актоміозина по своїй природі чутлива до механічних коливань і виявляє вибіркову чутливість до визначених частот вібрації. Найбільш ефективною являється частота 200 Гц, при якій АМ втрачає 90% своєї АТФ-азної активності. Немає й натяку на будь-яку тенденцію до лінійної залежності між ступенем альтерації і частотної вібрації. З деякою долею ймовірності можливо виявити ступеневу залежність реакції білка на вібрації. Так при вібрації 50 Гц активність АМ спадає до 87%. Близька до цього рівня АТФ-азна активність до 85% спостерігається при вібрації з частотою 50, 100, 500, и 1000 Гц. Зовсім інший рівень зменшення активності спостерігається після вібрації з частотою 25 Гц. Залишкова активність білка 60,4% порівняно з контролем. При 200 Гц зберігається не більше 10-15% від АТФ-азної активності білка контрольних проб. Структурна особливість АМ виявляється не чутлива до частот 400, 500, 800 Гц. Слід чекати, що між структурою АМ – комплексу і чутливістю до механічних коливань з частотою 200 Гц є деяка залежність.

Слід звернути увагу на ту обставину, що вібрація у розчині протягом 5, 10 и 20 хвилин призводить практично до одного і того ж результату. Інтенсивне зменшення активності виявляється лише після вібрації протягом 30 хвилин. Можливо, що в білковому комплексі є структури різного сприйняття механічних коливань і, що в перші хвилини впливу реагують лише найбільш мобільні з них. На іншій частоті (100 Гц) спостерігається явище двофазності реакції, яке широко поширене в області біології. Спочатку підвищується активність, а потім вона зменшується. Білок спроможний до відновлення структури протягом 2-3 годин.

Приведені досліди з АМ в розчині були розширені до вияснення впливу “упаковки” АМ, з якої складається структура м’язів, організму до впливу вібрації. Низькочастотна вібрація здатна викликати порушення біологічної структури, яка являється “рецептором” механічної енергії. Енергія механічної хвилі, діючи на структуру об’єкта, порушує або навіть знищує її. Це дуже добре відомо в макросвіті. Але для мікрооб’єктів цей факт здається маловірогідним. Для порушення структури окремої макромолекули потрібне накопичення енергії до такого рівня, щоб ці порушення могли виникнути.

Потрібно, щоб перша хвиля мала енергетичну можливість викликати деякі зміни геометричної структури і щоб ефект хвиль, які йдуть після цього, накопичувалися. Але це неможливо з двох причин:

1)період релаксації молекул АМ на 5-6 порядків менше, ніж період вібрації,

2)при частоті 200 Гц довжина звукової хвилі, при її швидкості розповсюдження в воді 1400 м/сек, дорівнює λ ≈ c/f ≈ 7 м.

Звідси випливає, що при розмірі молекули АМ приблизно 2000 нм довжина хвилі буде перевищувати цю величину на 10-11 порядків і можливість впливу такої хвилі на білкову структуру виключена. Звідси випливає також, що вирішення питання про фізичну можливість впливу дії вібрації на молекулярну структуру АМ потрібно шукати в структурно-біологічних особливостях цього молекулярного комплексу білка.

АМ являє собою комплекс, що складається, в основному, з двох різних по своїм фізичним властивостям білків: актину і міозину. Актин – глобулярний білок, його молекула складається з одного поліпептидного ланцюжка і включає в себе 450 амінокислотних залишків. При визначених умовах спонтанно або під впливом деяких незначних по інтенсивності впливів, актин полімеризується, переходячи з глобулярної форми (Г - актину) в фібрилярну (Ф - актину). Вірогідно, це єдиний білок, який має таку особливість – переходити з однієї форми в іншу. Нитки Г-актина , з’єднані між собою, збільшують простір, який вони займають, що створює умови для гелеподібного утворення . Міозин є основним білком скелетних м’язів хребта. Як і актин, міозин має високу здатність до агрегації і комплексного утворення з іншими білками.

Приведена фізична характеристика АМ комплексу може пояснити можливість біологічної дії НЧ-вібрації на нього. Розрахунок часу релаксації потрібно вести не на дискретну молекулу, а на деяку новостворену структуру дисперсної фази. Враховуючи, що молекулам полімерів в колоїдних розчинах характерно структуроутворення, яке пов’язано з конформаційними змінами молекул. Друге заперечення, яке пов’язане з невідповідністю довжини вібраційної хвилі і довжини молекул, спростовується тим фактом, що молекула білка, яка знаходиться в розчині, утворює не тільки молекулярний комплекс, але, як і будь-який високомолекулярній полімер, комплекс білка з розчинником. Створюється єдина система дисперсійного середовища і дисперсійної фази. Утворення такої системи залежить від концентрації полімеру. При низьких і високих концентраціях білкових розчинів ефект вібрації відсутній. При низьких і високих концентраціях молекула білка знаходиться в дискретному стані і для того щоб викликати конформаційні зрушення окремих молекул механічними факторами, потрібна дуже велика енергія дії.

Чутливість білкового комплексу до механічних коливань тим більше, чим більшу деформацію спричиняють вібрації з такими ж параметрами.