

Вплив ультразвукових хвиль на всмоктувальну діяльність шлунка і кишечника

В. Р. Файтельберг-Бланк

Український науково-дослідний інститут курортології і фізіотерапії, Одеса

Ультразвукові хвилі дістали тепер широке застосування в медицині і біології. Досліджено вплив ультразвукового опромінювання на склад крові (Штульфат, 1949; Гор, 1951; А. І. Онанов, 1957, та ін.), на діяльність нервової системи (Польман, 1948, та ін.), на життєдіяльність мікроорганізмів (Хомпеш, 1949; Л. І. Алексеева, 1952; А. І. Шейнкер та І. Є. Ельпінер, 1956, та ін.) і на інші фізіологічні процеси.

В останні роки стали з успіхом застосовувати ультразвукові коливання в клініці. Позитивний лікувальний ефект від дії ультразвуку спостерігався при виразці шлунка і дванадцятипалої кишки, а також при гастриті й ентериті (Кронер, 1948). Проте Ф. А. Петцольд (1952) вважає застосування ультразвуку при лікуванні виразкової хвороби абсолютно протипоказаним. Ці суперечності, очевидно, пояснюються різною силою ультразвукового впливу, недостатнім вивченням питання про реакції на ультразвук як усього організму, так і окремих органів і тканин. Вплив ультразвуку на травні функції шлунка і кишечника, зокрема на процеси всмоктування, не досліджений.

Тому ми поставили перед собою завдання вивчити вплив ультразвукових коливань різної потужності і тривалості дії на ділянку живота, а також вплив опромінення окремих ділянок (шиї і ніг) на всмоктування глюкози в шлунково-кишковому тракті собак.

Методика досліджень

Вивчали всмоктування глюкози, яку вводили в ізолюваний, за Павловим, шлуночок (три собаки) у 20%-ному розчині на 60 хв., а в ізолювану петлю тонкої кишки (три собаки)—на 30 хв. Всмоктування визначали за різницею між кількістю введенного і вилученого цукру. Кількість глюкози в розчині і в рідині, вилученій з порожнини шлунка або петлі кишки, визначали рефрактометрично і за методом Хагедорна — Іенсена.

Ультразвукові хвилі генерували апаратом «сонотерм» з робочою частотою 800 кГц або 800 тис. коливань на секунду. Робоча поверхня головки генератора дорівнює 10 см².

В одній з серій дослідів ми застосували імпульсний ультразвук, в цих умовах звукова енергія в певні проміжки часу проникає в організм у формі поштовхів.

В своїх дослідженнях ми вивчали вплив ультразвуку інтенсивністю біля головки 0,3—0,5—1,0 і 1,5 Вт і тривалістю дії протягом 5 хв., а також інтенсивністю 0,5 Вт/см² постійним імпульсним полем при тривалості дії протягом 10 хв. Опромінювання проводилось за допомогою рухомого опромінювача; контактним середовищем був вазелін.

Крім того, нами були поставлені серії дослідів з опроміненням ультразвуковими хвилями шийних симпатичних вузлів і лівої задньої ноги у собак при інтенсивності $0,5 \text{ вт/см}^2$ протягом 5 хв. і на фоні цих впливів вивчали всмоктувальну діяльність шлунково-кишкового тракту. Всього на шести собаках було поставлено 430 дослідів.

Результати досліджень

Як показали результати дослідів, всмоктування в шлунку і в ізолюваній петлі кишки під впливом ультразвуку інтенсивністю $0,3 \text{ вт/см}^2$ протягом 5 хв. на ділянку живота посилюється в порівнянні з нормою (рис. 1).

Як видно з наведеного рисунка, всмоктування глюкози в нормі в ізолюваному шлуночку у собаки Джульбарса в середньому становить 20%, а під впливом ультразвуку — в середньому 39,9%.

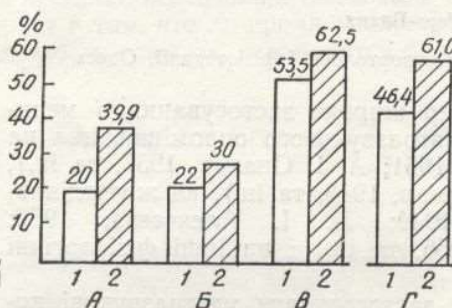


Рис. 1. Вплив ультразвуку інтенсивністю $0,3 \text{ вт/см}^2$ при тривалості впливу в 5 хв. на всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику собак.

А — собака Джульбарс (шлунок), Б — собака Джим (шлунок), В — собака Тузик (кишечник), Г — Білок (кишечник); 1 — норма, 2 — під впливом ультразвуку.

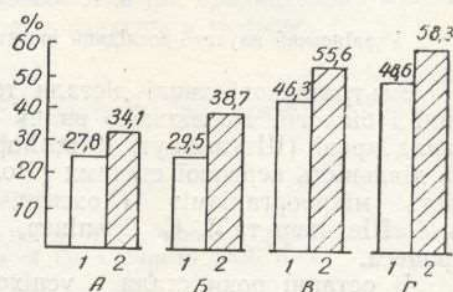


Рис. 2. Вплив ультразвуку інтенсивністю $0,5 \text{ вт/см}^2$ при тривалості впливу в 5 хв. на всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику собак.

А — собака Рябчик (шлунок), Б — собака Джульбарс (шлунок), В — собака Тузик (кишечник), Г — собака Білок (кишечник); 1 — норма, 2 — під впливом ультразвуку.

Всмоктування глюкози в ізолюваному шлуночку у собаки Джима збільшилось з 22% вихідного фону до 30% під впливом ультразвуку.

При тих самих умовах дослідів збільшується всмоктування глюкози і в ізолюваному кишечнику. Так, в ізолюваній петлі кишки у собаки Тузика всмоктування глюкози збільшується з 53,5% в нормі до 62,5% під впливом ультразвуку.

Якщо у собаки Білка всмоктування глюкози в ізолюваній петлі кишки в середньому становить 46,4%, то під впливом ультразвуку воно збільшується до 61%. Через 60 хв. після опромінення всмоктування глюкози в шлунково-кишковому тракті повертається до вихідного рівня.

Приблизно так само посилюється всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику під впливом ультразвуку інтенсивністю $0,5 \text{ вт/см}^2$ при тривалості дії протягом 5 хв. (рис. 2).

Як видно з цього рисунка, всмоктування глюкози в нормі в ізолюваному шлуночку у собаки Рябчика в середньому становить 27,8%, а під впливом ультразвукового опромінення — в середньому 34,1%. Всмоктування глюкози в ізолюваному шлуночку у собаки Джульбарса збільшилось в середньому з 29,5% вихідного фону до 38,7% під впливом опромінення.

У собаки Тузика всмоктування глюкози в ізолюваній петлі киш-

ки в нормі в — 55,6%.

У собаки збільшується звуку.

Визначаючи мінення, ми в У Тузика через льованій петлі 55,7%. Отже, $0,5 \text{ вт/см}^2$ знач

При заст головки 1 вт/с шлуночку і в з нормою, пр $0,3-0,5 \text{ вт/см}^2$ в нормі в ізо впливом ультр

У собаки ку за вказан впливом ульт лись при так петлями тонко

Так, у Бі в середньому 44,8%; у Тузи

Слід підк гається прот високою.

Не всі пі тразвуком інт вони відчувал мінювати.

Було вст глюкози в ш дослідів тієї нянні з норм кози в ізолю а під впливо глюкози в і при опроміні спостерігалас

Визначив звуку інтенс ня глюкози, нювання ульт ника. Тому в звуковими хв

Дослідже шечнику нез в окремих до у нормі. Так ізолюваному 31,5%, то пі всмоктування

ки в нормі в середньому становить 46,3%, а під впливом опромінення — 55,6%.

У собаки Білка всмоктування глюкози в ізольованій петлі кишки збільшується з 48,6% вихідного фону до 58,3% під впливом ультразвуку.

Визначаючи інтенсивність всмоктування через 60 хв. після опромінення, ми встановили, що воно також перевищує вихідний рівень. У Тузика через 60 хв. після опромінення всмоктування глюкози в ізольованій петлі кишки в середньому становить 51,8%, а у Білка — 55,7%. Отже, післядія при опромінюванні ультразвуком інтенсивністю 0,5 вт/см^2 значно більша, ніж при впливі 0,3 вт/см^2 .

При застосуванні ультразвукових коливань інтенсивністю біля головки 1 вт/см^2 протягом 5 хв. всмоктування глюкози в ізольованому шлуночку і в ізольованій петлі тонкої кишки посилюється в порівнянні з нормою, проте в меншій мірі, ніж при опроміненні інтенсивністю в 0,3—0,5 вт/см^2 . Так, у собаки Джульбарса всмоктування глюкози в нормі в ізольованому шлуночку в середньому становить 20%, а під впливом ультразвуку — 35,4%.

У собаки Джима всмоктування глюкози в ізольованому шлуночку за вказаний проміжок часу в середньому становить 25,4%, а під впливом ультразвуку — 31,2%. Аналогічні закономірності спостерігались при таких самих умовах досліду також у собак з ізольованими петлями тонкого кишечника.

Так, у Білка всмоктування глюкози в ізольованій петлі кишки в середньому становить 37,9%, а при опромінюванні ультразвуком — 44,8%; у Тузика — відповідно 39,1 і 53,9%.

Слід підкреслити, що при інтенсивності 1 вт/см^2 післядія спостерігається протягом 60 хв.; інтенсивність всмоктування залишається високою.

Не всі піддослідні собаки добре переносили опромінювання ультразвуком інтенсивністю 1,5 вт/см^2 протягом 5 хв. За всіма ознаками, вони відчували якийсь біль, верещали, не давали можливості їх опромінювати.

Було встановлено, що при цих експозиціях досліду всмоктування глюкози в шлунку і в кишечнику має несталый характер. В деяких дослідах тієї самої серії всмоктування дещо зменшувалось у порівнянні з нормою, в інших воно не змінювалось. Так, всмоктування глюкози в ізольованому шлуночку у Джима в середньому становить 26,5%, а під впливом ультразвуку — 23,5%. У собаки Рябчика всмоктування глюкози в ізольованому шлуночку в середньому дорівнює 31,9%, а при опромінюванні ультразвуком — 32%. Така сама закономірність спостерігалась і у собак з ізольованими петлями тонкої кишки.

Визначивши, що при впливі на організм протягом 5 хв. ультразвуку інтенсивністю 0,3 і 0,5 вт/см^2 значно підвищується всмоктування глюкози, ми вирішили простежити, як впливає тривалість опромінювання ультразвуком на всмоктувальну діяльність шлунка і кишечника. Тому в наступних дослідженнях ми опромінювали собак ультразвуковими хвилями інтенсивністю 0,5 вт/см^2 протягом 10 хв.

Дослідження показали, що всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику незначно відрізняється від норми, причому у деяких собак в окремих дослідах цієї серії всмоктування глюкози було нижчим, ніж у нормі. Так, якщо у Джульбарса всмоктування глюкози в нормі в ізольованому шлуночку в досліді цієї серії в середньому становило 31,5%, то під впливом 10-хвилинного опромінення — 37,5%. У Джима всмоктування глюкози в шлуночку знижується з 33,2 до 30,3%. При-



інтенсивністю
у в 5 хв.
шлунку і ки-

— собака
узик (ки-
шечник); 1 —
шлунку.

Джима
развуку.
ня глю-
кишки у
в нор-

ій петлі
уку воно
тування
ніхідного

в шлун-
/см² при

і в ізо-
ь 27,8%,
у 34,1%.
кульбар-
7% під

лі киш-

близно такі самі дані були одержані і у собак з ізольованими петлями тонких кишок.

Потім ми вивчали вплив імпульсного ультразвуку інтенсивністю $0,5 \text{ вт/см}^2$ при тривалості дії в 5 хв. Було встановлено, що імпульсні ультразвукові хвилі цієї експозиції викликають значне підвищення всмоктувальної функції шлунка і кишечника (рис. 3).

Як можна бачити з цього рисунка, всмоктування глюкози в ізольованому шлуночку у Джима в нормі в середньому становить 20,7%, а при застосуванні імпульсного ультразвуку — 34,5%. У Джульбарса

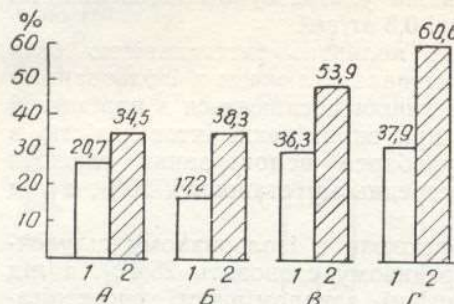


Рис. 3. Всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику собак при застосуванні імпульсного ультразвуку інтенсивністю $0,5 \text{ вт/см}^2$ і тривалістю впливу в 5 хв. А — собака Джюльбарс (шлунок), Б — собака Джюльбарс (кишечник); 1 — норма, 2 — під впливом ультразвуку.

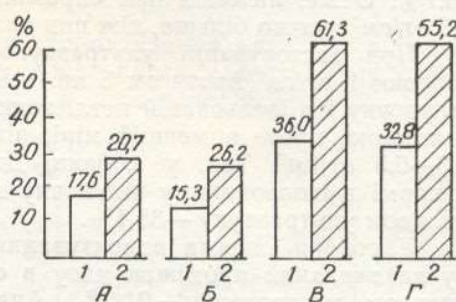


Рис. 4. Вплив опромінення ультразвуком інтенсивністю $0,5 \text{ вт/см}^2$ протягом 5 хв. стегна собак на всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику.

Позначення такі самі, як і на рис. 3.

в цих умовах всмоктування збільшується з 17,2 до 38,3%. В ізольованій петлі тонкої кишки у Тузика воно збільшується з 36,8 до 53,9%, а у Білка — з 37,9 до 60,6%. Через 60 хв. після застосування імпульсного ультразвуку всмоктування глюкози повертається до вихідних величин.

В дальших дослідженнях ми вивчали вплив опромінювання ультразвуком інтенсивністю $0,5 \text{ вт/см}^2$ протягом 5 хв. шийних симпатичних вузлів на всмоктувальну діяльність шлунково-кишкового тракту. Ці дослідження показали, що всмоктування глюкози в шлунку і в кишечнику посилюється в порівнянні з нормою, проте в меншій мірі, ніж в умовах опромінювання при такій самій експозиції епігастральної ділянки.

У собаки Джима всмоктування глюкози в ізольованому шлуночку в середньому становить 24,7%, а при опромінюванні ділянки шиї ультразвуком — 31,2%. У Джульбарса відповідні показники були такі: 27,1% і 29,3%.

Всмоктування глюкози в ізольованому кишечнику у собаки Тузика в середньому дорівнює 67,2%, а під впливом опромінення шиї — 81,4%. У Білка під впливом опромінення шиї ультразвуковими хвилями всмоктування глюкози в ізольованій петлі кишки збільшується з 38,5 до 59,3%.

Поряд з цим ми опромінювали ультразвуком інтенсивністю $0,5 \text{ вт/см}^2$ протягом 5 хв. ділянку лівої задньої поверхні стегна. Дослідження показали, що всмоктувальна діяльність шлунково-кишкового тракту посилюється в порівнянні з нормою (рис. 4). У Джима всмоктування в ізольованому шлуночку під впливом ультразвуку збільшується в середньому з 17,6 до 20,7%; у Джульбарса — відповідно з 15,3

до 26,2%. Збільшення всмоктування глюкози в тонких кишках у Тузика становить 67,2 до 81,4%.

Вимірювання електротермометром впливу ультразвуку на температуру виводиться на 0,2—0,6—0,8°C. Підвищення температури виводиться на 0,2—0,6—0,8°C.

Наші дослідження показали, що вплив ультразвуку на всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику собак при застосуванні імпульсного ультразвуку інтенсивністю $0,5 \text{ вт/см}^2$ протягом 5 хв. становить значне підвищення всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику собак.

Рядом наших досліджень опромінювання собак ультразвуком інтенсивністю $0,5 \text{ вт/см}^2$ протягом 5 хв. стегна собак на всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику.

Г. Барт і його колеги вивчали вплив ультразвуку на всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику собак при застосуванні імпульсного ультразвуку інтенсивністю $0,5 \text{ вт/см}^2$ протягом 5 хв. стегна собак на всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику.

Ми вважаємо, що вплив ультразвуку на всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику собак при застосуванні імпульсного ультразвуку інтенсивністю $0,5 \text{ вт/см}^2$ протягом 5 хв. становить значне підвищення всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику собак.

Так, імпульсний ультразвук в порожнині шлунку і кишечника собак при застосуванні імпульсного ультразвуку інтенсивністю $0,5 \text{ вт/см}^2$ протягом 5 хв. становить значне підвищення всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику собак.

до 26,2%. Збільшується всмоктування глюкози в ізольованій петлі кишки: у Тузика з 36 до 61,3%, у Білка — з 32,8 до 55,2%.

Вимірювання температури в шлунку і кишечнику за допомогою електротермометра з порожнинним електродом показало, що під впливом ультразвуку інтенсивністю 0,3—0,5 вт/см^2 температура підвищується на 0,2—0,4°C, а при застосуванні ультразвуку 1 і 1,5 вт/см^2 — на 0,6—0,8°C. При дослідженні впливу імпульсного ультразвуку на температуру в порожнині шлуночка і кишечника ми виявили її підвищення на 0,1—0,2°C. В багатьох дослідах ми не могли відзначити підвищення температури в цих порожнинах.

Обговорення результатів досліджень

Наші дослідження показали, що всмоктувальна діяльність шлунка і кишечника змінюється залежно від інтенсивності і тривалості впливу ультразвукових хвиль на ділянку живота.

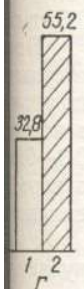
Крім того, зміна всмоктування в шлунково-кишковому тракті відбувається і при опромінюванні ультразвуковими хвилями віддалених від епігастральної ділянки частин тіла (шиї, стегна). Найбільш інтенсивне підвищення всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику спостерігалось при інтенсивності ультразвукового опромінювання в 0,3 і 0,5 вт/см^2 протягом 5 хв., а також при застосуванні імпульсного ультразвуку інтенсивністю в 0,5 вт/см^2 такої ж тривалості.

Рядом праць було встановлено, що невеликі дози ультразвукового опромінювання сприяють підвищенню обміну речовин (Холєнц і Шульєс, Флорстедт і Польман та ін.). Високе дозування ультразвукового опромінювання (1,5 вт/см^2) викликало в наших дослідженнях у піддослідних собак виражену больову реакцію і деяке зменшення всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику.

Г. Барт і Г. Бюлоу (1950), І. Хорват і К. Лепперт (1950) відзначають виражений больовий ефект у мишей при опромінюванні селезінки інтенсивністю 1,0 і 3,5 вт/см^2 . Такий самий ефект спостерігав Онанов (1957) при впливі на кінцівку щенят. Згадані автори відзначили також ураження клітинних елементів селезінки й опроміненого м'яза. Підвищення температури органів і тканин при застосуванні ультразвуку спостерігали Польман, Парова-Зухона, Шлумбаум (1949) і Хорват (1947).

Ми вважаємо, що посилення всмоктування глюкози в шлунку і кишечнику під впливом ультразвуку можна пояснити підвищенням температури в шлунково-кишковому тракті, що сприяє більшому припливу до нього крові, а це впливає на процеси всмоктування. Проте не тільки тепловим ефектом можна пояснити посилення всмоктування в шлунково-кишковому тракті при застосуванні ультразвуку, а й специфічністю дії ультразвукових хвиль.

Так, імпульсний ультразвук, який незначно підвищує температуру в порожнині шлунка і кишечника, викликає значне посилення всмоктування глюкози в шлунково-кишковому тракті. Водночас ультразвук інтенсивністю в 1,0 і 1,5 вт/см^2 , викликаючи більш значне підвищення температури в опромінених порожнинах, знижує всмоктування глюкози. Підвищення всмоктувальної здатності шлунково-кишкового тракту при застосуванні ультразвукових хвиль можна пояснити утворенням в організмі гістаміну. Про появу гістаміну при застосуванні ультразвуку повідомляють І. Є. Ельпінер (1956) і А. І. Онанов (1957). Міант (1940) показав, що гістамін посилює всмоктування солей і глюкози в шлунку.



Розв'язком
зм 5 хв.
глюкози

рис. 3.

ізолю-
53,9%,
імпульс-
них ве-

я ульт-
спатич-
тракту.
і в ки-
рі, ніж
альної

шлуночку
і ульт-
такі:

Тузика-
шиї —
хвиля-
ється з

вність
Дослі-
кового
всмок-
більшу-
з 15,3

В підвищенні всмоктувальної діяльності шлунково-кишкового тракту бере участь нервова система. На це вказують наші спостереження про рефлекторне підвищення всмоктування в шлунково-кишковому тракті при ультразвуковому опромінюванні ноги і шиї. Тепер це питання ми досліджуємо детальніше.

ЛІТЕРАТУРА

- Алексеева Л. Н., Изв. АН Латв. ССР, 12, 1952, с. 95.
 Барт Г., Бюлоу Г., в Научно-рефер. сб. по некоторым вопросам соврем. физики. Серия 2, VII, Гидроакустика, Ультразвук, М., 1950, с. 59.
 Онанов А. И., Материалы о влиянии ультразвуковых волн на ткани животных. Грузмедгиз, Тбилиси, 1957.
 Хорват И. и Леппарт К., в Научно-рефер. сб. по некоторым вопросам соврем. физики, Серия 2, VII, Гидроакустика. Ультразвук, М., 1950, с. 60.
 Шейнкер А. и Эльпинер И. Е., Докл. АН СССР, 111, 2, 1956, с. 470.
 Эльпинер И. Е., Биофизика, 1, 6, 1956, с. 513.
 Gohr H., Physic. Therapie, 6, 1951.
 Hollands u. Shultes, Ztschr. exper. Med., 98, 107, 1938.
 Hompesch H., цит. по В. Байер и Э. Дернер, Ультразвук в биологии и медицине, М., Медгиз, 1958.
 Horvath J., Arzte. Forshg., 1, 1947, 357.
 Kroner K., Ultrakust. Mitt., 1, 3, 1948.
 Myant N. B., J. Physiol., 99, 1940, 156.
 Petzold F. A., Lory ges. Chir., 125, 6, 1952, 361.
 Pohlman R., Parow-Souchon E. u. Schlungbaum H., Klin. Wschr., 26, 1948.
 Stuhlfauth K., Der Ultraschall in der Medizin, Zürich, 1949.

Надійшла до редакції
 26. I 1961 р.

Влияние ультразвуковых волн на всасывательную деятельность желудка и кишечника

В. Р. Файтельберг-Бланк

Украинский институт курортологии и физиотерапии, Одесса

Резюме

На собаках с изолированным желудочком, по Павлову и с изолированной петлей тонкой кишки изучалось влияние ультразвуковых волн различной мощности и продолжительности воздействия на всасывание глюкозы в желудке и кишечнике.

Исследования показали, что интенсивность ультразвука в 0,3 и 0,5 вт/см^2 при продолжительности воздействия в 5 мин. повышает всасывательную деятельность желудочно-кишечного тракта. Наиболее интенсивное всасывание глюкозы наблюдается при воздействии импульсным ультразвуком 0,5 вт/см^2 и продолжительностью воздействия в 5 минут. При применении ультразвука интенсивностью 1—1,5 вт/см^2 в течение 5 мин. всасывание глюкозы усиливается в меньшей степени, чем при использовании мощности в 0,3 и 0,5 вт/см^2 . Незначительное усиление всасывания глюкозы наблюдалось также при ультразвуковом облучении интенсивностью 0,5 вт/см^2 в течение 10 мин.

Повышение всасывания глюкозы наблюдалось при воздействии ультразвуком на области бедра и шеи. Термометрические исследования при ультразвуковом облучении показали повышение температуры в полостях желудка и кишечника. Повышение всасывательной деятельности желудочно-кишечного тракта при применении ультразвука можно объяснить повышенным притоком крови к облучаемым органам, а также рефлекторным воздействием ультразвуковых волн, на что указывают наши наблюдения за всасыванием глюкозы.

Про

Лабораторія

В багатьох лоти, а також вани для ліку гіпоталамічн кам і Кавенбе загального ви саліцилатів де і клінічних да відношення гі латів потребує

Досліди пр чань у гіпота вим натрієм, кардіограм і вигляді 10%- ний саліцилов дили внутрім' Запис еле

нях до, а тако таж дорівнюв У собак в

вали вміст тр визначали кі крові оцінюва паратів. Функції

собом, розроб шприца був п пружиноподіб вводили під отвір. Цей от ділянки, посер западини з ві

В перші д яви страху, відзначалися збудливість.