

## Місцеві коливання температури в сигмовидній закрутці кори головного мозку собаки

В. Я. Березовський

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

Відомо, що діяльність будь-якої тканини супроводжується підвищенням місцевої температури (Клод Бернар, 1856; Гайденгайн, 1864; Данилевський, 1876; Хілл, 1923—1929, та ін.).

Про такі коливання температури в тканинах головного мозку повідомляють Файтельберг і Лампл (1935—1939), Серота і Джерард (1938), Груздев (1949), Клосовський (1951), Граменицький (1952), Анікін (1953), Березіна (1954) та ін. В досліджах на лабораторних тваринах вони спостерігали місцеві зміни температури в певних ділянках головного мозку при адекватних подразненнях відповідних аналізаторів. Деякі дослідники вважають підвищення температури тканини під час збудження наслідком підвищення інтенсивності обмінних процесів, на думку інших — причина цих змін полягає у посиленні кровопостачання збудженої ділянки мозку і нагріванні її притікаючою кров'ю.

Переконливі докази на користь першого припущення наведені в роботах Путіліна (1939—1956), який показав, що навіть при виключеному кровопостачанні збудження тканини супроводжується підвищенням її температури.

Але незалежно від трактування причин і механізму цього підвищення сама наявність місцевих коливань температури дозволяє говорити про зміни функціонального стану тканини і мати уявлення про ступінь і спрямованість цих змін. Фізіологічний процес збудження тканини в цілісному організмі неможливий без змін кровопостачання, посилення якого забезпечує доставку необхідних поживних речовин, евакуацію продуктів розпаду, сприяє можливості інтенсивного і тривалого перебігу обмінних процесів.

Тісний зв'язок між нервовою клітиною та її капіляром доведений дослідженнями Долго-Сабурова (1959), який виявив синаптичні зв'язки як від еферентної, так і від аферентної ділянок нейрона, що закінчуються на поверхні капіляра. Отже, активізація нейрона не може не змінювати стан його кровопостачання.

Місцеві зміни температури в тканині можна вважати показником інтенсивності її життєдіяльності. На це вказує і Лев (1960), який підтвердив наявність прямого зв'язку між електричною активністю мозкової тканини і змінами її температури.

Виходячи з цих міркувань, ми обрали спостереження за місцевими коливаннями температури, як показник діяльності відповідної ділянки тканини мозку.



позитивні, рідше — негативні коливання, в деяких випадках температура лишається незмінною.

Спостереження за коливаннями температури в симетричних ділянках обох півкуль показують, що реактивні зміни температури в одній

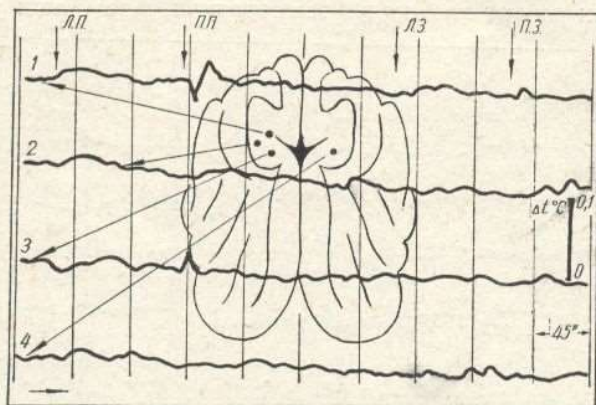


Рис. 1. Зміни температури в чотирьох точках сигмовидної закрутки кори головного мозку собаки.

Розташування термісторів (1, 2, 3, 4) позначено на схемі мозку чорними крапками. Вертикальними стрілками позначено моменти подразнення кінцівок: лівої передньої (ЛП), правої передньої (ПП), лівої задньої (ЛЗ) та правої задньої (ПЗ). Відмітка часу — 45 сек.

півкулі супроводжуються місцевими коливаннями в другій. В деяких випадках реєструються реципрокні коливання; іноді їх спрямованість однакова.

Застосування тих самих подразників з рівнозначними інтервалами приводить до прогресивних змін температури моторної зони кори. Відзначається як зміна форми, так і зменшення амплітуди температурних коливань.

Зміни температурних реакцій починаються вже після другого-третього подразнення і проявляються спочатку тільки у зменшенні амплітуди первинного зниження температури. Наступні подразнення, поглиблюючи цей ефект, викликають поступове зменшення амплітуди підвищення температури. Загальна тривалість реакції при цьому збільшується, а виразність поступово зменшується при збереженні послідовності фаз. Прогресивне зменшення амплітуди може привести до зникнення відповідної температурної реакції (рис. 2, а, б, в).

Інтервал в ряду подразників викликає часткове відновлення реактивних коливань температури, але для повного їх відновлення необхідна тривалість інтервалу від 30 хв. і більше. В цьому випадку перше після інтервалу подразнення викликає виразну типову двофазну температурну реакцію.

В двох дослідах для визначення локалізації рухових центрів кори випадково застосували індукційний струм надто великої сили, тому після подразнення протягом 10—15 хв. спостерігались фокальні епілептичні явища у вигляді періодичних судорожних скорочень однієї кінцівки. Під час скорочень в одній з точок кори спостерігалися синхронні двофазні коливання температури. Після поступового припинення судорог місцеві періодичні температурні коливання тривали майже годину в згасаючому ритмі і без зовнішніх проявів скорочень м'язів. На відміну від цього епілептичні судороги, спричинювані внутрішнім введенням су-

міші камфори з ефіром, викликали різке підвищення температури в усіх ділянках кори головного мозку з дуже незначними місцевими особливостями.

Подразнення рецепторів шлунка роздуванням у ньому гумового балончика також викликало зміни температури, але більш розлиті, ніж

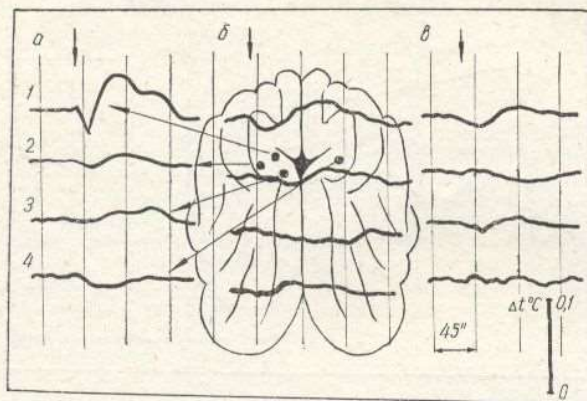


Рис. 2. Спотворення реактивних температурних коливань у сигмовидній закрутці при повторних подразненнях. Зміни температури після першого (а), четвертого (б) та сьомого (в) подразнення кінцівки.

Позначення такі самі, як на рис. 1.

при подразненні кінцівок. Максимальна амплітуда цих змін спостерігалась у ділянці моторної зони, але реактивні зміни температури реєстру-

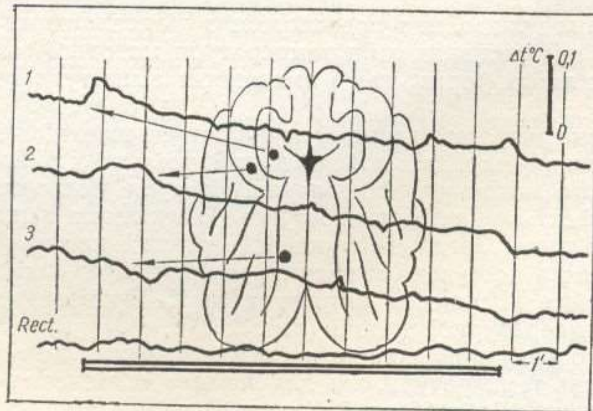


Рис. 3. Зміни температури в моторній (1), премоторній (2) та потиличній (3) ділянках кори та ректальної температури при роздуванні гумового балончика в шлунку. Тривалість подразнення позначена подвійною чорною лінією внизу. Відмітка часу — 1 хв.

вались і в премоторній ділянці. В потиличних ділянках реактивних коливань не відзначено.

Характер змін температури в сигмовидній закрутці при подразненні рецепторів шлунка і при подразненнях кінцівок різний. Як правило, початок подразнення супроводжується однофазним коливанням — підвищенням температури, яка поступово повертається до вихідного рівня,

незважаючи на тривале тобто припинення под-  
щення температури, ал-  
звичайно досягає 0,01—  
ля чого починається по-

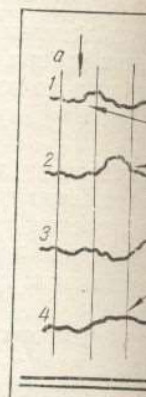


Рис. 4. Спотворення реактивних температурних коливань у сигмовидній закрутці при повторних подразненнях шлунка. Зміни температури кінцівки (порівняно з нормою).

личин (рис. 3). Тривале вої гілки блукаючого нер-  
разні температурні зміни.

Подразнення кінцівок змінені і навіть спотворені точки моторної зони.

Як правило, замість т-  
повідь на подразнення кін-  
ше негативні коливання, і  
ні двофазні зміни темпера-

Через деякий час піс-  
на подразнення кінцівки в-  
ди, зберігаючи типову дво-

Описані реактивні ко-  
стані неглибокого морфін-  
приводить до різкого зниж-  
шення амплітуди реактив-

#### Обговорення

Численні дослідження  
мозку свідчать про те, що  
джується значно підвищен-  
цю та аміаку, посиленням  
і співробітники, Городиськ  
ники, Крепс і співробітники  
Відомо, що процес збо-  
посиленням теплоутворенням  
Моєсо, 1894; Хілл, 1923—19

незважаючи на тривале подразнення. Випускання повітря з балончика, тобто припинення подразнення, викликає аналогічне однофазне підвищення температури, але дещо меншої амплітуди. Перше підвищення звичайно досягає  $0,01-0,03^{\circ}\text{C}$ ; його тривалість — від 10 до 50 сек., після чого починається поступове і повільне відновлення до вихідних ве-

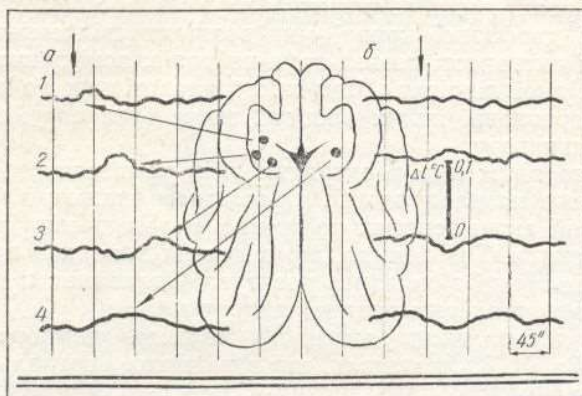


Рис. 4. Спотворення реактивних коливань температури при подразненні кінцівок на фоні тривалого подразнення шлунка (подвійна чорна лінія внизу).

Зміни температури після першого (а) і третього (б) подразнення кінцівки (порівняти з рис. 2, а). Позначення такі самі, як на рис. 1.

личин (рис. 3). Тривале подразнення периферичного відрізка шлункової гілки блукаючого нерва викликає близькі до описаних, але менш виразні температурні зміни.

Подразнення кінцівок при тривалому подразненні шлунка викликає змінені і навіть спотворені реактивні коливання температури в різних точках моторної зони.

Як правило, замість типового і чіткого двофазного коливання у відповідь на подразнення кінцівки спостерігались однофазні позитивні, рідше негативні коливання, і тільки подекуди відзначались досить невиразні двофазні зміни температури (рис. 4, а, б).

Через деякий час після припинення подразнення шлунка реакція на подразнення кінцівки відновлюється і досягає попередньої амплітуди, зберігаючи типову двофазність.

Описані реактивні коливання температури проявляються лише в стані неглибокого морфін-пентоталового наркозу. Поглиблення наркозу приводить до різкого зниження температури мозку і відповідного зменшення амплітуди реактивних коливань.

#### Обговорення результатів досліджень

Численні дослідження з питань функціональної біохімії головного мозку свідчать про те, що процес рефлекторного збудження супроводжується значно підвищеним використанням кисню, виділенням вуглецю та аміаку, посиленням обміну вуглеводів, білків і ліпідів (Палладін і співробітники, Городиська і співробітники, Владимиров і співробітники, Крепс і співробітники та ін.).

Відомо, що процес збудження нервової тканини супроводжується посиленням теплоутворення в ній (Нагель, 1889; Бек і Ферхуген, 1890; Моссо, 1894; Хілл, 1923—1958; Серота і Джерард, 1938; Груздев, 1949;

Анікін, 1953; Семенов, 1952; Березина, 1954; Граменицкий, 1952, та ін.). Можна вважати, що надходження аферентної імпульсації стимулює обмінні процеси і зумовлює високий рівень теплопродукції мозку. Отже, короточасні місцеві коливання температури можуть бути наслідком функціональної мозаїчності в діяльності мозку.

Наявність реактивних температурних змін в обмежених ділянках кори у вигляді двофазної кривої ми вважали свідченням посилення функціональної активності певних груп нейронів, пов'язаних з представництвом відповідної кінцівки. Відсутність аналогічних коливань температури при подразненні інших кінцівок може бути аргументом на користь такої точки зору.

Прогресивне зниження реактивних змін температури при повторних подразненнях, на нашу думку, є наслідком зниження функціональних можливостей активізованих нейронів і переключення рефлекторної дуги на інші канали. Тим більше, що в деяких випадках при зникненні ефекту в одній ділянці з'являлись позитивні коливання в іншій, також розташованій в межах сигмовидної закрутки.

Тривалість відновлення реактивних коливань температури досить значна. Мігунова (1958) показала, що в клітинах центральної нервової системи після тривалого подразнення кількість хроматофільної речовини різко зменшується, причому відновлення триває десятки хвилин і навіть понад годину. Цей факт ілюструє можливість досить тривалих процесів відновлення в певних функціональних групах клітин центральної нервової системи.

Подразнення механорецепторів шлунка гумовим балончиком викликало реактивні коливання температури, які поширювались як на моторну, так і на премоторну зони. Характерно, що двофазної відповіді на внутрішнє подразнення не було одержано жодного разу.

Така різниця може свідчити як про функціональні, так і про морфологічно-структурні відмінності в аферентних шляхах від зовнішніх і внутрішніх рецепторів.

Не виключена також можливість, що типові фазні зміни температури, які становлять загальнобіологічну закономірність, супроводжуючи збудження будь-якої тканини (Путілін, 1954), виникають в інших ділянках мозку, а реакція в сигмовидній закрутці кори є наслідком дифузного, неспецифічного збудження центральної нервової системи.

Проте зміна характеру реактивних температурних коливань у відповідь на подразнення кінцівок при тривалому подразненні шлунка є ще одним доказом наявності центральної взаємодії між моторною та вісцеральною системами, доказом, одержаним багатьма авторами за допомогою різноманітних сучасних методів дослідження.

### Висновки

1. В моторній зоні кори головного мозку собаки спостерігаються короточасні локальні двофазні коливання температури.
2. Аналогічні коливання температури можуть бути викликані подразненням відповідних кінцівок.
3. Подразнення механорецепторів шлунка приводить до виникнення температурних змін у моторній і премоторній зонах кори дещо іншого характеру.
4. Подразнення відповідної кінцівки при тривалому подразненні шлунка приводить до значної зміни реактивних коливань температури.
5. Наведені дані дають підставу визнавати наявність центральної взаємодії між моторною та вісцеральною системами.

Аникин А. Г., ДАН  
Березина М. П.,  
М., 1954.

Березовський В.  
Бехтерев В. М.,  
Блинова А. М., Бю  
Боришпольский  
Бунатян Г. Х., Сб  
1959, 61.

Воронин Н. М., Фар  
Граменицкий П.  
Груздев К. Д., Бюл  
Данилевский В.  
Иваненко Е. Ф., Ф  
Истаманов С., Дис  
Карманов В. Г., Д  
Клосовский Б. Н.,  
Космарская Е. Н.  
Лев А. А., Сб. III кон  
Левченко Г. В., Дис  
Мигунова Д. К., Сб  
Паролла Д. И., Дис  
Петров И. Р., Кисл  
Путілін Н. И., Дис  
Путілін Н. И., Вопр  
Путілін Н. И., Дис  
Рыжова Н. М., Бюл  
Семенов Н. В., Дисс.  
Уколова М. А. и

1957, 24.

Черниговский В. И.  
Amassian V. E., J. p  
Bernard Cl., Recherch  
des Sciences, 1856.  
Boeck J. et Verho  
Bruxelles, 1891.

Feitelberg S. u. L  
Pathol. u. Pharm., 117, 1935, 60  
Hilla, Muscular activi  
Heidenhain, Mecha  
Ludwigs N., Ueber ei  
1954, 35.

Mosso A., Die Tempera  
Serota N. M., J. of Neu  
Serota N. M. a. Jer  
Schmidt C. F., Cerebra  
Fulton J. F., Физиол. ж

### Местные колебания кори

Лаборатория физиологии пищи  
А.

Повышение теплообр  
чено многими исследовате  
Хилл, 1923, и др.). В отно  
ложение подтверждают с

## ЛІТЕРАТУРА

- Аникин А. Г., ДАН СССР, 92, 3, 1953, 561.  
 Березина М. П., сб. «Природа и методы исслед. биоэлектрич. потенциалов», М., 1954.  
 Березовский В. Я., сб. IV конфер. молодых ученых, Київ, 1960.  
 Бехтерев В. М., Проводящие пути спинного и головного мозга, СПб, 1898.  
 Блинова А. М., Бюлл. exper. биол. и мед., 3, 1957, 3.  
 Боришпольский Х. Ш., Дисс., СПб., 1896.  
 Бунатян Г. Х., Сб. тез. IX Всесоюзн. съезда физиол., биохим., фармакол., 2, 1959, 61.  
 Воронин Н. М., Фармакол. и токсикол., 7, 4, 1944, 3.  
 Граменицкий П. М., Дисс., Л., 1952.  
 Груздев К. Д., Бюлл. exper. биол. и мед., 27, 5, 1949, 343.  
 Данилевский В. Я., Исследования по физиологии головн. мозга, М., 1876.  
 Иваненко Е. Ф., Физиол. журн. СССР, 18, 9, 1957, 851.  
 Истаманов С., Дисс., СПб, 1889.  
 Карманов В. Г., Дисс., Л., 1956.  
 Клосовский Б. Н., Циркуляция крови в мозгу, М., 1951.  
 Космарская Е. Н. и Пурин В. Г., Физиол. журн. СССР, 43, 1, 1957, 40.  
 Лев А. А., Сб. III конфер. по вопр. электрофизиологии, К., 1960.  
 Левченко Г. В., Дисс., СПб, 1899.  
 Мигунова Д. К., сб. «Физиол. утомления и восстановления», К., 1958.  
 Паролла Д. И., Дисс., Л., 1958.  
 Петров И. Р., Кислородное голодание мозга, М., 1949.  
 Путилин Н. И., Дисс., Харьков, 1939.  
 Путилин Н. И., Вопросы физиол., 6, 1953, 50.  
 Путилин Н. И., Дисс., Киев, 1954.  
 Рыжова Н. М., Бюлл. exper. биол. и мед., 43, 2, 1957, 13.  
 Семенов Н. В., Дисс., Киев, 1952.  
 Уколова М. А. и Бордюшников Ю. Н., Бюлл. exper. биол. и мед., 9, 1957, 24.  
 Черниговский В. Н., Журн. высшей нервной деят., 7, 1, 1956, 53.  
 Amassian V. E., J. neurophysiol., 14, 6, 1951, 433.  
 Bernar Cl., Recherches experim. sur la temperature animale. Société de l'Acad. des Sciences, 1856.  
 Boeck J. et Verhoogen I., Contribution a l'étude de la circulation cérébrale, Bruxelles, 1891.  
 Feitelberg S. u. Lamrl H., Ueber Warmenbildung im Gehirn., Arch. exper. Pathol. u. Pharm., 117, 1935, 600.  
 Hill A., Muscular activity, London, 1924.  
 Heidenhain, Mechanisme Arbeit Warmenentwicklung, Leipzig, 1864.  
 Ludwigs N., Ueber eine Modification der Methode nach Gibbs, Pflüg. Arch., 259, 1954, 35.  
 Mosso A., Die Temperatur des Gehirns, Leipzig, 1894.  
 Serota N. M., J. of Neurophysiol., 2, 1, 1939, 42.  
 Serota N. M. a. Jerard R. W., J. of Neurophysiol., 1, 2, 1938, 115.  
 Schmidt C. F., Cerebral circulation in health and disease, Thomas, 1950.  
 Fulton J. F., Физиол. журн. СССР, 21, 5—6, 1936, 699.

Надійшла до редакції  
10. XI 1960 р.

### Местные колебания температуры в сигмовидной извилине кормы головного мозга собаки

В. Я. Березовский

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

#### Резюме

Повышение теплообразования в ткани при ее возбуждении отмечено многими исследователями (Гайденгайн, 1864; Данилевский, 1876; Хилл, 1923, и др.). В отношении центральной нервной системы это положение подтверждают Файтельберг и Ламбль (1935), Серота и

Джерард (1938), Аникин (1953), Березина (1954) и др. Изменения температуры мозга при раздражении внутренних органов не описаны.

Исходя из указаний Черниговского о наличии афферентного представительства некоторых внутренних органов в моторной и премоторной зонах коры головного мозга, мы измеряли температуру в указанной области одновременно в нескольких точках. Измерения производились при помощи полупроводниковых микротермометров сопротивления МТ-54. Термистор включали в плечо уравновешенного моста постоянного тока с записью тока разбаланса модифицированным автоматическим электронным потенциометром ЭПП-09 по четырем каналам. Температурная чувствительность установки — ок.  $0,003^\circ/\text{мм}$ .

Проведенные на 56 собаках наблюдения показывают, что в условиях острого опыта при неглубоком наркозе в моторной и премоторной зонах коры наблюдаются спонтанные локальные изменения температуры до сотых долей градуса длительностью до трех—пяти секунд. Углубление наркоза резко снижает температуру всего мозга и снимает спонтанные колебания ее.

Пассивные сгибания соответствующей конечности или прямое раздражение мышц индукционным током сопровождается изменениями температуры в моторной зоне коры, проявляющимися в различной степени в точках, расположенных в пределах 6—10 мм друг от друга. В одной из точек обычно происходит двухфазное изменение температуры, состоящее из первичного снижения и последующего более выраженного и длительного повышения ее. В других точках регистрируются однофазные изменения, либо температура остается относительно постоянной. Повторные раздражения значительно изменяют реактивные колебания температуры.

Раздражение рецепторов желудка раздуванием введенного в него резинового баллончика также вызывает изменения температуры в моторной зоне коры, но иного характера. Во время раздувания баллончика наблюдается повышение температуры на  $0,01$ — $0,03^\circ$ , которое длится 10—15 сек., после чего наступает медленное возвращение к исходному уровню, несмотря на продолжающееся раздражение. Прекращение раздражения вызывает аналогичные изменения, но обычно меньшей амплитуды. Раздражение конечностей на фоне раздражения желудка вызывает значительные изменения формы и амплитуды реактивных изменений температуры в моторной зоне коры.

Приведенные факты мы считаем подтверждением наличия центрального взаимодействия между моторной и висцеральной системами.

### Local Fluctuations of Temperature in the Sigmoid Convolution of the Cerebral Cortex in the Dog

V. Y. Berezovsky

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

#### Summary

The author studied the local fluctuations of temperature simultaneously at four points of the sigmoid convolution of the cerebral cortex of the dog in acute experiment. Measurements were taken with the aid of semiconductor resistances with recording on an automatic electronic potential.

The presence and peculiarities of response temperature fluctuations with stimulation of the limbs and internal organs at definite points of the sigmoid convolution are shown, as well as the interaction between them.

### Вплив розчинів

Патофізіологічна лабораторія

З досліджень О. [3, 5], Баллета, Вассера, що при ослабленні або мінус або додавання у відновлює або посилює впливом внутрішніх натрію значно збільшує флекси з судинних рефлексів.

Не спинаючись на на організм (усунення мейер [8], Цірута [9] та гауз, С. С. Вавринюк [10] виявились ефективними ров, Є. А. Ткач, З. П. Ч. До складу невивченого організму слід віднести пилатину і, зокрема, на р дослідження.

Як об'єкт дослідження кролика. У кролика під еф одну з петель тонкого кишечника 2,5—3 см завдовжки, фвали з важільцем Енгельма рідини Тіроде при температурі. Відрегулювавши постій графа, а до дослідів приступили скорочень кишечника.

В першій серії нащрацій лактату (від 0,1 до 0,2) ніка. Частину одержані фічні записи (рис. 1, 2).

Амплітуда рухів із розчину лактату натрію дів, в яких до застосування стальтичних хвиль, їх залежала від застосування 0,1%-ного, 0,2%-ного, 0,5%-ного відрізка кишечника.