

## До питання про вплив подразнення черевного нерва на тканинний кровострумінь в органах черевної порожнини

Є. А. Хільченко

Відділ фізіології кровообігу Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця  
АН УРСР, Київ

В літературі є відомості про своєрідність реакцій судин різних ділянок при зрушеннях рівня артеріального тиску [1—4, 6, 12—14, 18—20].

Серед численних досліджень, спрямованих на вивчення залежності вазомоторних реакцій від впливу симпатичної нервової системи, є вказівки на межі частот електричного подразнення симпатичних нервових волокон, що викликають вазомоторні ефекти, і оптимальні частоти подразнення, супроводжувані вираженими судинними реакціями.

Встановлено [15, 28], що частоти подразнення, при яких викликається виражений вазомоторний ефект, перебувають в межах від 20 до 50 імн/сек, більш низькі частоти — 5 імн/сек мало ефективні. Водночас [30] відзначено тривале зниження ниркового кровоструменя при застосуванні малої частоти подразнення нервових волокон (5 імн/сек).

Одержані [27, 32] досить однорідні дані про те, що судинорухові ефекти викликаються частотами подразнення в межах від 1 до 60 імн/сек, а максимальний вазомоторний ефект настає при частоті 15—25 імн/сек. Імпульсація, частота якої поза цих меж, судиноруховими ефектами не супроводжується.

Детально висвітлені ці питання в працях Фолкова [22], Целандера [19], Целандера і Фолкова [20].

Фолков [22] показав, що після десимпатизації кровострумінь у скелетних м'язах кінцівки приходить до вихідного рівня, якщо подразнювати констрикторні волокна з частотою 1—2 імн/сек. Виходячи з цього, Фолков прийшов до висновку, що нейрогенний тонус судин м'язів у стані спокою підтримується імпульсами частотою 1—2 імн/сек. Найбільші зміни кровоструменя (зменшення його) в м'язах Фолков спостерігав при подразненні констрикторних волокон з частотою 10—15 імн/сек. При підвищенні частоти імпульсації дальшого зменшення кровоструменя не відзначено. Дані Фолкова збігаються з результатами досліджень інших авторів [17, 29], які реєстрували природну імпульсацію в симпатичних прегангліонарних волокнах і показали, що нормальна частота імпульсації перебуває в межах від 1—3 до 10 імн/сек.

Целандер [19] докладно вивчав вплив частоти стимуляції симпатичних нервів на кровострумінь у нирці, селезінці, шкірі та м'язах кінцівки. Кровострумінь вивчали реєстрацією венозного відтікання від органа. Автор приходить до висновку, що частота подразнення є ос-

новним параметром, що визначає вираженість судинного ефекту. За даними Целандера, максимальна реакція судин настає при стимуляції симпатичних волокон з частотою 10 *імн/сек*. При подразненні симпатичних судинозвужувальних нервів скелетних м'язів і шкіри найвиразніше зменшення кровоструменя відзначено при частоті 10—15 *імн/сек*. При подразненні симпатичних вазоконстрикторних волокон нирки Целандер одержав більш різномірні дані, які він пояснює тим, що нерви, спрямовані до судин нирки, складаються з дуже тонких волокон, важко доступних для препарування і легко уражуваних при маніпуляціях і подразненні. Максимального ефекту зменшення кровоструменя в нирці в різних дослідах досягали при частоті від 2 до 15 *імн/сек*, проте найчастіше виражене зменшення кровоструменя в нирці автор викликав при 12 *імн/сек*.

При стимуляції селезінкових нервів зменшення об'єму селезінки чітко виражене вже при частоті 1 *імн* на 2 *сек*, а при частоті 2 *імн* на 1 *сек* зменшення об'єму селезінки досягало максимального значення, і далі збільшення частоти подразнення не викликало додаткових змін.

Хаютін [12, 13] вивчав залежність опору судин нирки і кінцівки від частоти подразнення з допомогою методики резистографії. Подразнюючи прегангліонарні волокна черевного нерва або периферичний кінець пограничного симпатичного стовбура, перерізаного між IV—V поперековими вузлами амплітудою 6—12 *в*, тривалістю імпульсу 8 *мсек*, Хаютін виявив, що максимальне звуження судин нирки і кінцівки настає при частоті подразнення 10—15 *імн/сек*. Далі підвищення частоти подразнення не посилює звуження судин.

При вивченні периферичного опору судин методом резистографії [5, 7, 8, 11] показано, що розширення судин настає при низьких частотах і малій амплітуді подразнення; при почастенні і підсиленні подразнення спостерігається звуження судин. Автори довели, що короткочасне подразнення (1 *сек*) викликає розширення судин, при подовженні подразнення (5—20 *сек*) розширення переходить у звуження.

Наведені літературні дані показують суперечливість та актуальність питань судинорухової іннервації. Чіткі уявлення з цих питань необхідні для розуміння закономірностей регуляції регіонарного кровообігу. Певна розбіжність результатів вказує на необхідність проведення дальших досліджень із застосуванням різних методик і поширенням досліджень на інші судинні ділянки. Метою нашого дослідження було порівняльне вивчення тканинного кровоструменя в деяких ділянках черевної порожнини — нирці, селезінці, печінці при різних параметрах електричного подразнення черевного нерва.

### Методика досліджень

Досліди провадилися на 23 кішках вагою від 1,5 до 3,5 *кг* під внутрішнім хлоралозно-уретановим наркозом (хлоралоза 50 *мг/кг*, уретан 100 *мг/кг*).

Вивчення змін тканинного кровоструменя здійснювалось з допомогою однієї з модифікацій термоелектричного методу для дослідження тканинного кровоструменя [24, 26], розробленої у відділі фізіології кровообігу Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР. Конструкція термоелементів та основні умови їх застосування описані в праці Вишатиної та ін. [4]. Цей метод досить чутливий для виявлення змін кровоструменя в органах і тканинах. Реєстрували зміни тканинного кровоструменя в корковому шарі нирки, селезінці, печінці. У кількох дослідах була здійснена спроба прослідкувати зміни кровоструменя в стінці тонкого кишечника. Поряд із записом кровоструменя реєстрували артеріальний тиск у стегновій артерії. Реєстрацію здійснювали з допомогою дзеркальних гальванометрів на фотопері.

Вазомоторні реакції в досліджуваних органах викликали електричним подразненням прегангліонарних волокон лівого черевного нерва. Для цього нерв перерізували

відразу біля виходу з-під діафрагми в черевну порожнину. Периферичний кінець нерва містився на заглибних срібних електродах. Правий черевний нерв і черевні симпатичні ланцюжки перерізали, щоб в міру можливості виключити зв'язки з центральною нервовою системою і рефлекторні впливи на судини органів черевної порожнини. У деяких дослідах надниркові залози були видалені (8 дослідів), в інших — залишені (15 дослідів). В літературі є відомості про те, що вираженість судинних реакцій при подразненні симпатичних волокон істотно не змінюється після видалення надниркових залоз.

Для вивчення впливу різної інтенсивності преангіонарних волокон черевного нерва на тканинний кровострумінь в органах черевної порожнини ми провели кілька серій досліджень.

### Результати досліджень

У першій серії (23 досліди) вивчали зміни тканинного кровоструменя в корковому шарі нирки, селезінці, печінці залежно від частоти подразнення лівого черевного нерва. Застосовували подразнення з низькою амплітудою 1—2 в, тривалістю імпульсу 5—8 мсек при підвищенні частоти подразнення від 1 до 30 гц. В міру збільшення частоти подразнення, поряд із змінами тканинного кровоструменя спостерігались зміни артеріального тиску, який підвищувався від  $102 \pm 5,2$  до  $163 \pm 5,5$  мм рт. ст., починаючи підвищуватись при частоті 1—2 гц і досягаючи максимуму при 7—10 гц. Початкові зміни тканинного кровоструменя можна було спостерігати вже при частоті 1 гц (нирка, селезінка). В міру збільшення частоти подразнення зміни кровоструменя в органах черевної порожнини ставали більш виразними, досягаючи при частоті 7—10 гц найбільшого зниження. При дальшому посиленні інтенсивності стимуляції вираженість змін кровоструменя зменшується.

У корковому шарі нирки зміни кровоструменя спостерігались вже при частоті подразнення 1—3 гц, причому в 14 випадках відзначалось зменшення об'ємної швидкості кровоструменя, в дев'яти випадках зміни були менш чіткі з деякою тенденцією навіть до збільшення, яке, проте, при підвищенні частоти стимуляції переходило в зменшення. В міру підвищення частоти імпульсів кровострумінь у нирці все більше зменшувався, досягаючи найефективнішого зменшення при 7—10 гц. При дальшому підвищенні частоти стимуляції понад 10—15 гц зменшення кровоструменя ставало менш виразним.

Зміни кровоструменя в селезінці були спрямовані завжди до зменшення (23 досліди). Початкове зменшення кровоструменя в більшості дослідів починалось при частоті подразнення нервових волокон 1 гц. Це зменшення в селезінці досягало максимального рівня при більш низьких частотах стимуляції порівняно з ниркою — 3—7 гц. При частоті подразнення понад 10 гц дальшого зменшення кровоструменя не спостерігалось.

У печінці зменшення кровоструменя починало виявлятися при частоті стимуляції 2—3 гц, досягаючи найбільшої вираженості при 10—15 гц (19 дослідів).

Описані зміни тканинного кровоструменя при різній інтенсивності стимуляції черевного нерва в органах черевної порожнини — нирці, селезінці, печінці і тонкому кишечнику наведені на рис. 1. У цьому досліді здійснювали стимуляцію лівого черевного нерва при перерізаному правому черевному нерві, перерізаних черевних симпатичних ланцюжках, інтактних надниркових залозах. Як видно з рис. 1, при частоті подразнення 1 гц, амплітуді 0,5 в, тривалості імпульсу 8 мсек, було виявлено зменшення кровоструменя в нирці і селезінці (А); при підвищенні частоти до 3 гц — в печінці і тонкому кишечнику (Б). Найвиразніше зменшення кровоструменя в досліджуваних органах

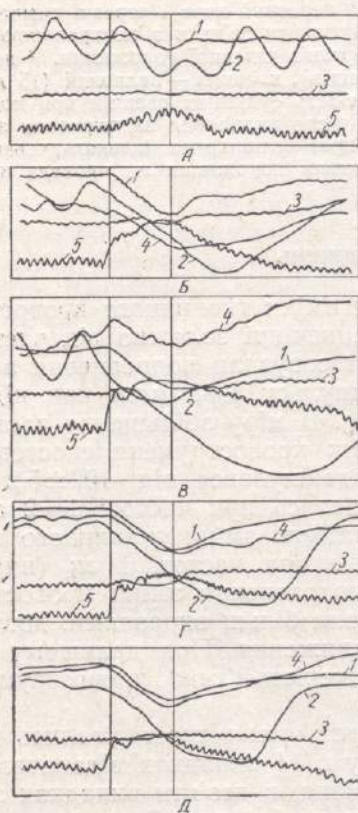


Рис. 1. Зміни тканинного кровоструменя в нирці (1), селезінці (2), печінці (3) і тонкому кишечнику (4) та артеріального тиску (5) при різних частоті подразнення.

А — 1 гц, 0,5 в, 8 мсек; Б — 3 гц, 1 в, 8 мсек; В — 5 гц, 1 в, 8 мсек; Г — 10 гц, 1 в, 8 мсек; Д — 20 гц, 1 в, 8 мсек. Вертикальні лінії — початок і закінчення подразнення. Дослід від 22.II 1965 р.

Зменшення тканинного кровоструменя і підвищення артеріального тиску виявлялось при 0,5—2 в і було найбільш вираженим при напрузі 3—5 в. Зміни кровоструменя і артеріального тиску були помітно менш виражені (артеріальний тиск підвищується з  $106 \pm 6,7$  до  $145 \pm 6,9$  мм рт. ст.) в порівнянні зі змінами, спостережуваними в дослідях з підвищенням частоти стимуляції.

Описані зміни кровоструменя демонструються на рис. 2, з якого видно, що максимальне зменшення кровоструменя спостерігалось при 2—4 в (А, Б), збільшення амплітуди до 10 в ослаблювало вираженість зменшення кровоструменя. У цьому досліді надниркові залози залишались інтактними.

Слід відзначити, що далеко не завжди зменшення кровоструменя було виявлено рівною мірою в усіх досліджуваних органах. В ряді дослідів були виявлені переважні зміни кровоструменя в будь-якому органі, наприклад селезінці або нирці.

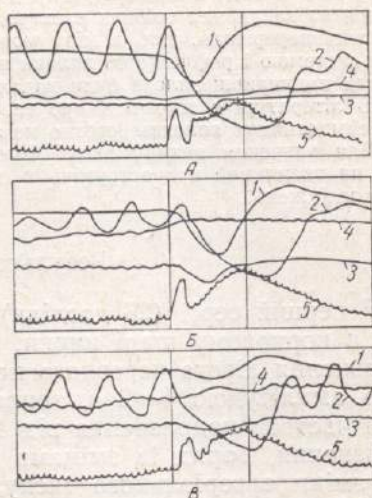


Рис. 2. Зміни тканинного кровоструменя при різних амплітуді подразнення.

А — 10 гц, 2 в, 5 мсек; Б — 10 гц, 5 в, 5 мсек; В — 10 гц, 10 в, 5 мсек. Дослід від 5.VII 1965 р. Інші позначення див. рис. 1.

спостерігалось при 5—10 гц (Б, Г). Підвищення частоти подразнення до 20 гц не супроводжувалось далішим зменшенням кровоструменя.

У другій серії дослідів вивчали залежність кровоструменя в органах черевної порожнини від амплітуди. У цій серії застосовували частоту подразнення (3—10 гц), близьку до природної імпульсації при тривалості імпульсу 5—8 мсек, та поступово збільшувалась амплітуда подразнення від 0,2 до 10 в.

же  
вар  
вар  
вол  
дос  
ти  
не  
му  
не  
слі  
вос  
му  
не  
му  
лан  
На  
кро  
сто  
Реа  
же  
ли  
стр  
інт

Рис  
шен

А  
2 в,  
Дос

ша  
му

сте  
ма

1—  
а  
стр  
под

сте

ті

вос  
чер

Механізм згаданої переважної вираженості складний. Водночас із можливою варіабельністю анатомічного розподілу волокон черевного нерва, що іннервують досліджувані органи, не можна виключити можливість нерівномірного подразнення волокон у різних дослідах при стимуляції електричним струмом стовбура нерва. На рис. 3 наведені результати дослідів, в якому відзначено зменшення кровоструменя, переважно, селезінки. У цьому досліді подразнювали лівий черевний нерв при перерізаному правому черевному нерві та поперекових симпатичних ланцюжків; надниркові залози інтактні. На рисунку видно виражене зменшення кровоструменя в селезінці при всіх застосовуваних параметрах подразнення. Реакції інших органів були менш виражені. У проведених дослідях ми не змогли виявити значної різниці змін кровоструменя в дослідях з перев'язаними та інтактними наднирковими залозами.

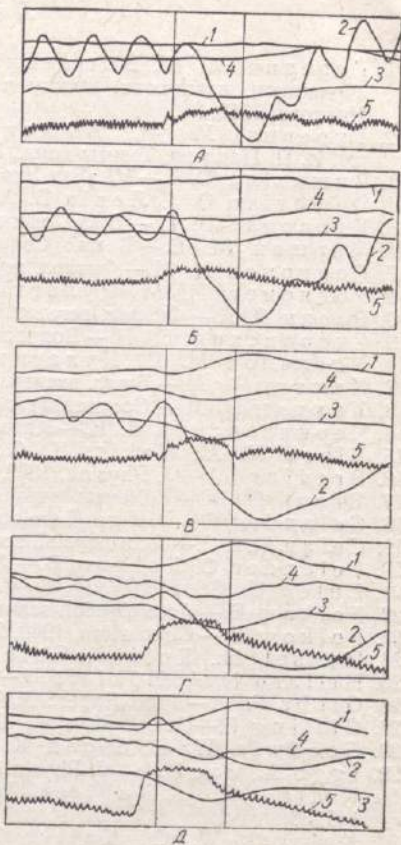


Рис. 3. Зміни тканинного кровоструменя при збільшенні частоти подразнення лівого черевного нерва.

А — 1 гц, 2 в, 5 мсек; Б — 2 гц, 2 в, 5 мсек; В — 3 гц, 2 в, 5 мсек; Г — 5 гц, 2 в, 5 мсек; Д — 10 гц, 2 в, 5 мсек. Дослід від 6.VII 1965 р. Інші позначення див. рис. 1.

### Висновки

1. Інтенсивність зниження тканинного кровоструменя в корковому шарі нирки, селезінці, печінці в основному залежить від частоти стимуляції прегангліонарних волокон черевного нерва.

2. Зменшення тканинного кровоструменя в селезінці можна спостерігати вже при частоті 1 гц. При частоті 3—7 гц воно досягало максимуму.

3. Початкові зміни кровоструменя в нирці виявились при частоті 1—2 гц. Зменшення кровоструменя спостерігалось в 14 з 23 дослідів, а в дев'яти дослідях зміни були спрямовані до збільшення кровоструменя, яке переходило в зменшення при підвищенні частоти подразнення.

Найвиразніше зменшення тканинного кровоструменя в нирці спостерігалось при частоті 7—10 гц.

4. У печінці зменшення кровоструменя було відзначено при частоті 2—3 гц, а при частоті 10—15 гц воно було найвиразнішим.

5. У деяких дослідях виявлена переважна вираженість змін кровоструменя в окремих органах (селезінці або нирці) при подразненні черевного нерва у кішок.

## Литература

1. Гуревич М. И., Вышатица А. И.—Материалы науч. конфер. по проблеме «Функцион. взаимоотнош. между различн. системами организма в норме и патол.», Иваново, 1962, 24.
2. Гуревич М. И., Вышатица А. И.—X съезд Всес. физиол. об-ва им. И. П. Павлова, Тезисы докл., Ереван, 1964, 240.
3. Вышатица О. И.—VI з'їзд Укр. фізіол. т-ва. Тези доп., 1961, 74.
4. Вышатица О. И., Левін Б. А.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1965, 2.
5. Кулагина В. П.—Бюлл. exper. биол. мед., 1965, 11, 10.
6. Маршак М. Е.—В кн.: Соврем. пробл. физиол. и патол. кровообр., М., 1961.
7. Родионов И. М.—Физиол. журн. СССР, 1963, 49, 2.
8. Родионов И. М., Кулагина В. П.—Бюлл. exper. биол. мед., 1962, 2, 13.
9. Росин Я. А.—Физиол. вегетат. нервной системы, М., 1965.
10. Сперанская Е. Н.—Вопросы вегетат. отдела нервной системы, М.—Л., 1961.
11. Удельнов М. Г., Кулагина В. П.—Физиол. журн. СССР, 1963, 6, 760.
12. Хаятин В. М.—Бюлл. exper. биол. мед., 1962, 54, 11, 22.
13. Хаятин В. М.—Сосудодвигательные рефлексы, М., 1964.
14. Черниговский В. Н.—Интероцепторы, 1960.
15. Block M. A., Wakim K. G., Mann F. C.—Am. J. Physiol., 1952, 3, 659.
16. Bradford I.—J. Physiol., 1889, 10, 358.
17. Bronk D. W.—J. Neurophysiol., 1939, 2, 380.
18. Celandier O.—Nature (London), 1953, 172, 812.
19. Celandier O.—Acta physiol. scand., 1954, 32, 116.
20. Celandier O., Folkow B.—Acta physiol. scand., 1953, 29, 241.
21. Euler U. S., Folkow B.—Arch. exper. Path. pharm., 1953, 219, 242.
22. Folkow B.—Acta physiol. scand., 1952, 25, 49.
23. Folkow B.—Circulation, 1960, 21, 5, 760.
24. Hensel H., Ruff I., Golenhofen K.—Pfl. Arch. physiol., 1954, 259, 267.
25. Hillarp N. A., Hökfelt B.—Acta physiol. scand., 1953, 30, 55.
26. Gibbs F. A.—Proc. Exper., Biol. a. Med., 1933, 31, 141.
27. Girling F.—Am. J. Physiol., 1952, 170, 1.
28. Goodwin W. E., Sloan K. D., Scott W. W.—J. Urol., 1949, 61, 1010.
29. Iggo A., Vogt M.—J. Physiol., 1960, 150, 114.
30. Kottke F. I., Kubicek W. G., Vischer M. B.—Am. J. Physiol., 1945, 145, 38.
31. Kubicek W. G., Kottke F. I., Laner D. I., Vischer M. B.—Am. J. Physiol., 1953, 174, 397.
32. Ruff I., Golenhofen K., Hensel H.—Pfl. Arch. physiol., 1957, 264, 44.

### К вопросу о влиянии раздражения чревного нерва на тканевой кровотока в органах брюшной полости

Е. А. Хильченко

Отдел физиологии кровообращения Института физиологии им. А. А. Богомольца АН УССР, Киев

#### Резюме

Проводилось сравнительное изучение тканевого кровотока в органах брюшной полости — почке, селезенке, печени при различных параметрах электрического раздражения чревного нерва. Изучение изменений тканевого кровотока проводилось с помощью модификации термоэлектрического метода на кошках.

Показано, что интенсивность снижения тканевого кровотока в почке, селезенке, печени зависит от частоты стимуляции преганглионарных волокон чревного нерва. Уменьшение кровотока в селезенке можно наблюдать уже при частоте 1 гц, при частоте 3—7 гц оно достигает максимума. Начальные изменения кровотока в почке появлялись при частоте 1—2 гц. Наиболее выраженное уменьшение тканевого кровотока в почке наблюдалось при частоте 7—10 гц. В печени уменьшение кровотока было отмечено при частоте 2—3 гц, а при частоте 10—15 гц оно было наиболее выражено.

В части опытов обнаружена преимущественная выраженность изменений кровотока в отдельных органах (селезенке или почке) при раздражении чревного нерва у кошек.