

Потенціали спокою секреторних клітин підщелепової та під'язикової слинних залоз кішки і їх «спонтанні» зміни при внутріклітинному відведенні

С. Д. Ковтун

*Науково-дослідний інститут фізіології Київського державного університету
ім. Т. Г. Шевченка*

Незважаючи на величезні досягнення клітинної електрофізіології, досі ще мало вивчені електричні потенціали та функціональне значення секреторних клітин залозистих органів взагалі і слинних залоз, зокрема.

Перші дослідження, присвячені вивченню внутріклітинних потенціалів секреторних клітин слинних залоз кішки, провів Лундберг [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Автор показав, що потенціали секреторних клітин підщелепової та під'язикової залоз виникають внаслідок нерівномірного розподілу іонів на поверхневій мембрані цих клітин. Він виявив величину і напрямок потенціалів спокою цих клітин, а також характер їх змін під час секреторної діяльності, викликаной подразненням нервів або впливом фізіологічно активних речовин.

Результати цих досліджень стали матеріалом для з'ясування деяких сторін природи потенціалів секреторних клітин і механізму секреції неорганічних компонентів слини.

Дальші дослідження в цьому напрямі можуть розкрити найбільш інтимні процеси секреторної діяльності залозистих клітин. Тому ми поставили перед собою завдання детальніше вивчити потенціали спокою підщелепової та під'язикової слинних залоз кішки за допомогою внутріклітинного відведення.

Методика досліджень

Досліди провадилися на кішках під нембуталовим наркозом. Підщелепову та під'язикову залози звільнювали від навколишніх тканин і розташовували на фіксованій плексигласовій пластинці, при цьому іннервація і кровопостачання залоз залишалися неушкодженими. Такі умови перестерігали залози від серцевих і дихальних рухів.

Потенціали спокою відводили за допомогою загальноновживаної мікроелектродної техніки [1, 2].

Результати дослідження

На підщелеповій залозі в стані її спокою від різних клітин, після того як кінчик мікроелектрода перетинав поверхневий шар протоплазми, стрибкоподібно реєструвалася різниця потенціалів — потенціал спокою (ПС), який варіював від 9 до 40 мВ. При цьому вміст клітин завжди був електронегативний щодо зовнішнього середовища. Необхідно звернути увагу на те, що різниця потенціалів виникала стрибкоподібно і після проходження кінчика мікроелектрода лише через поверхневий шар протоплазми. Більш глибоке просування мікроелектрода

в протоплазмі клітини не змінювало ПС. Цей факт безумовно вказує на обґрунтованість думки про те, що ПС секреторних клітин виникають на поверхневому шарі протоплазми — клітинній мембрані. Досить чітко виявилось, що ПС клітин поверхневого шару залози, який складається переважно з секреторних клітин ацин, не перевищував 40 мВ, тимчасом як при глибокому зануренні мікроелектрода в товщу залози деякі клі-

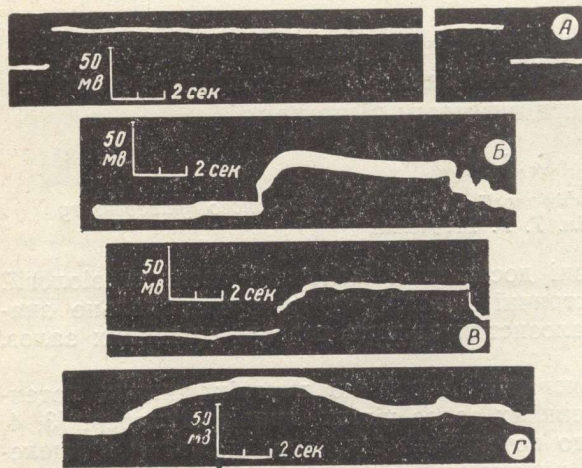


Рис. 1. Потенціали спокою секреторних клітин ацин підщелепової залози.

А — ПО — 37 мВ, після 10-хвилинного відведення різниця потенціалів — 33 мВ; Б — ПС — 21 мВ, «спонтанна» гіперполяризація 28 мВ; В — П — 22 мВ, «спонтанна» гіперполяризація 25 мВ; Г — ПС — 9 мВ і повільне наростання гіперполяризації на 37 мВ.

зміщенням променя осцилографа до нульового положення, при цьому виявилось зниження потенціалу до 33 мВ. Отже, за час перебування мікроелектрода в клітині її ПС зменшився на 4 мВ. Такі зміни можна вважати показником задовільного функціонального стану клітин. Повторне введення мікроелектрода в одне і те ж місце клітини також супроводжувалось раптовим виникненням різниці потенціалів, але меншої, ніж попередня на 2—5 мВ. Погіршення функціонального стану клітини, викликане пошкодженням її при невдалому введенні мікроелектрода або від інших причин, завжди позначалося швидким і разом з тим значним зменшенням ПС, інколи до повного його зникнення. Проте спостерігалися часті випадки, коли після введення мікроелектрода в секреторну клітину ачини ПС не зменшувався, а навпаки, значно збільшувався без помітних на те зовнішніх причин («спонтанно»). Амплітуда цих змін в окремих випадках досягала такої ж величини, як і ПС (рис. 1, електрограми Б, В) або навіть перевищувала її в кілька разів (рис. 1, електрограма Г). «Спонтанне» збільшення в одних випадках проходило швидко — за 1—2 сек, в інших повільніше на протязі 10 сек, як це видно на електрограмах А, В і Г. Після досягнення максимуму різниця потенціалів або залишалася тривалий час без істотних змін, або дещо зменшувалась (рис. 1, електрограми Б, В).

На секреторних клітинах ацин відзначалися «спонтанні» зміни

Потенціали спокою секреторних клітин ачини підщелепової залози. Цей факт безумовно вказує на обґрунтованість думки про те, що ПС секреторних клітин виникають на поверхневому шарі протоплазми — клітинній мембрані. Досить чітко виявилось, що ПС клітин поверхневого шару залози, який складається переважно з секреторних клітин ацин, не перевищував 40 мВ, тимчасом як при глибокому зануренні мікроелектрода в товщу залози деякі клі-

тини мали помітно більший ПС, який досягав 40—80 мВ. Приклад ПС секреторної клітини ачини наведено на електрограмі А рис. 1. На цій електрограмі добре видно раптове виникнення різниці потенціалів після входження мікроелектрода в протоплазму клітини, яка дорівнювала 37 мВ. При задовільних умовах експерименту (відсутність пульсації залози) ПС, як правило, можна було відводити протягом досить тривалого часу без істотних його змін. Так, у наведеному прикладі після безперервного внутріклітинного відведення на протязі 10 хв мікроелектрод витягли з клітини. Це супроводжувалось

Потенціали спокою секреторних клітин ачини підщелепової залози. Цей факт безумовно вказує на обґрунтованість думки про те, що ПС секреторних клітин виникають на поверхневому шарі протоплазми — клітинній мембрані. Досить чітко виявилось, що ПС клітин поверхневого шару залози, який складається переважно з секреторних клітин ацин, не перевищував 40 мВ, тимчасом як при глибокому зануренні мікроелектрода в товщу залози деякі клі-

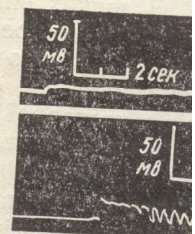


Рис. 3. Потенціали спокою секреторних клітин ачини підщелепової залози. А — ПС — 52 мВ, Б — ПС — 14 мВ.

му вона зникала. На електрограмах не зустрічалося характерною особливості, характерною для зареєстрована внутріклітинного відведення, що з часом зменшувалось швидко, як це видно

Рис. 3. Потенціали спокою секреторних клітин ачини підщелепової залози. А — ПС — 52 мВ, Б — ПС — 14 мВ.

А — ПС — 52 мВ, Б — ПС — 14 мВ.

змінився з 78 мВ до 30 мВ. На під'язиковій залозі характером «спонтанних» змін потенціалів ацин підщелепової залози ПС відводили лише з секреторних клітин ацин.

На під'язиковій залозі характером «спонтанних» змін потенціалів ацин підщелепової залози ПС відводили лише з секреторних клітин ацин.

потенціалу у вигляді ритмічних коливань з частотою близько 1—2 в секунду та амплітудою 3—25 мВ (рис. 2, електрограми А, Б).

Приклади потенціалів спокою клітин глибоких шарів підщелепової залози наведені на рис. 3. На електрограмі А показано ПС однієї з таких клітин, який дорівнює 52 мВ. На початку відведення добре помітна слабка осциляція. В міру заглиблення мікроелектрода в протоплазм

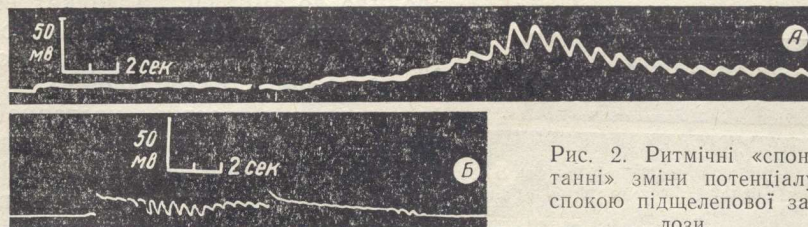


Рис. 2. Ритмічні «спонтанні» зміни потенціалу спокою підщелепової залози.

А — ПС — 9 мВ, на фоні повільно наростаючої «спонтанної» гіперполяризації ритмічні коливання 1—2 в секунду з амплітудою 3—25 мВ; Б — ПС — 22 мВ, «спонтанні» ритмічні коливання близько двох в секунду.

му вона зникала. На відміну від секреторних клітин ацин, в глибоких шарах не зустрічалось клітин із «спонтанним» збільшенням ПС. Характерною особливістю цих клітин було те, що різниця потенціалів, зареєстрована внутріклітинним відведенням, більшою або меншою мірою з часом зменшувалась. В одних випадках цей процес проходив швидко, як це видно на електрограмі Б (рис. 3), де ПС за 8—10 сек

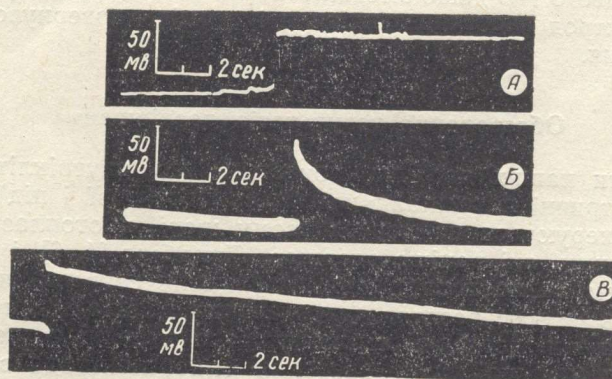


Рис. 3. Потенціали спокою клітин глибоких шарів підщелепової залози.

А — ПС — 52 мВ; Б — ПС — 78 мВ, швидке зниження його до 14 мВ; В — ПС — 61 мВ, повільне зниження його до 30 мВ.

змінився з 78 мВ до величини, близької нулю. На наступній електрограмі — В зменшення ПС відбувалося повільніше, а саме: різниця потенціалів на початку становила 61 мВ, а через 22 сек зменшилась до 30 мВ.

На під'язиковій залозі реєструвалися ПС, які за своєю величиною та характером «спонтанних» змін були подібні до ПС секреторних клітин ацин підщелепової залози. Слід відзначити, що на під'язиковій залозі ПС відводили лише від клітин поверхневого їх шару, який складається лише з секреторних клітин. ПС різних секреторних клітин цієї

залози був у межах від 10 до 35 мв. При цьому вміст завжди мав негативний потенціал щодо поверхні залози.

Верхня електрограма А (рис. 4) є прикладом ПС секреторної клітини під'язикової залози. Тут чітко видно стрибкоподібну зміну потенціалу (ПС) на 16 мв, яка виникла після перетину кінчиком мікроелектрода лише поверхневого шару протоплазми клітини, бо глибше занурення мікроелектрода, яке спостерігалось у даному досліді, не призводило до змін ПС.

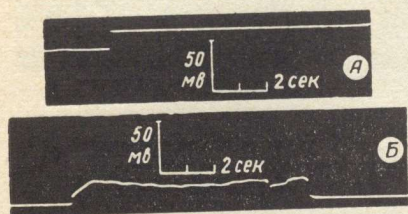


Рис. 4. Потенціали спокою секреторних клітин ацин під'язикової залози. А — ПС — 16 мв; Б — ПС — 9 мв, «спонтанна» гіперполяризація — 15 мв.

В деяких випадках можна було проколоти мікроелектродом усю клітину так, що його кінчик виходив з протилежного її боку і потрапляв у просвіт секреторної трубочки. Це супроводжувалось раптовим поверненням променя осцилографа до нульового положення і навіть відхиленням його в протилежний бік на 2—3 мв. Такі зміни потенціалу свідчать про те, що вміст трубочки був електропозитивним щодо поверхні залози. Секреторні клітини під'язикової залози також мали властивість до «спонтанних» змін ПС, що виявлялись у вигляді збільшення або зменшення різниці потенціалів на мембрані. На осцилограмі Б (рис. 4) добре видно, що зразу після введення мікроелектрода в клітину ПС стрибкоподібно досягнув 9 мв, потім при незмінному положенні мікроелектрода, протягом однієї хвилини різниця потенціалів збільшилась до 15 мв. Після цього ПС дещо зменшився (на 2—3 мв), а через вісім хвилин мікроелектрод вискочив з клітини і промінь повернувся до нульового положення.

Обговорення результатів досліджень

Результати наших дослідів показали, що внутріклітинно зареєстровані електричні потенціали клітин підщелепної і під'язикової залоз кішки генеруються на поверхневому шарі протоплазми. Це збігається з даними, які раніше одержав Лундберг [4, 6], і підтверджує думку про мембранне походження потенціалів секреторних клітин.

Становить інтерес розгляд «спонтанних» коливань потенціалів, які спостерігалися при введенні мікроелектрода в деякі секреторні клітини. Добре відомо, що після введення мікроелектрода в нервову чи м'язову клітину при задовільному їх функціональному стані не помічається істотних змін величини ПС навіть на протязі тривалого часу. Якщо ж в деяких клітинах і спостерігалися зміни потенціалів, то тільки в напрямі незначного їх зменшення (на 2—5 мв). Сильна і швидка депресія потенціалу на мембрані розглядається як показник відповідного різкого погіршення функціонального стану клітин. Значні зменшення ПС частіше спостерігались на клітинах з глибоких шарів підщелепної залози. Можна вважати, що в такому випадку ми маємо справу саме з погіршенням стану клітини, викликаним введенням в неї мікроелектрода. Це цілком можливо, якщо розміри клітин малі. Але слід відзначити, що в окремих випадках ПС зменшувався лише до деякої величини, а потім протягом тривалого часу залишався без змін, що могло бути показником переходу клітини на інший рівень діяльності.

Особливої уваги заслуговують випадки «спонтанного» збільшення

ПС секреторних клітин без помітних на

Наявність «спонтанних» змін ПС клітин після введення мікроелектрода Лундберг [4]. А значні і короткочасні зміни ПС в наших дослідях перебігу дуже нагадували зміни ПС клітин під час їх сек

Подібність цих змін дає підставу віднести їх до одного характеру, що виникло в секреторній клітині після введення мікроелектрода.

Причина «спонтанних» змін ПС після введення мікроелектрода в секреторні клітини. Можливо, це пов'язано з деякими внутріклітинними процесами. Щодо природи цих змін думки нема. В тих випадках, коли змін ПС не було, вивчення безпосередньо в клітині не викликало внаслідок підтверджується тим, що в деяких клітинах ці зміни відбувались з обох боків шарів клітини.

1. Потенціали спокою секреторних клітин підщелепної залози кішки. Ці потенціали в межах 40—80 мв. На осцилограмі секреторних клітин секреторних клітин випадках вміст секреторних клітин до навколишнього середовища. 2. На секреторних клітинах «спонтанні» зміни ПС. Причин потенціалів «спонтанних» змін ПС клітинної мембрани. Це може бути істотно підвищенням величини ПС. Підвищення величини ПС клітини новою діяльністю клітини.

1. Костюк П. Г. — Мембрана і електричні потенціали клітин.
2. Мещерский Р. М. — Мембрана і електричні потенціали клітин.
3. Lundberg A. — J. Acta.
4. Lundberg A. — Acta.
5. Lundberg A. — Nat.
6. Lundberg A. — Acta.
7. Lundberg A. — Acta.
8. Lundberg A. — Phy.

ПС секреторних клітин, тобто підвищення рівня поляризації мембрани без помітних на те зовнішніх причин.

Наявність «спонтанної» гіперполяризації мембрани секреторних клітин після введення в них мікроелектрода спостерігав у своїх дослідках Лундберг [4]. Але слід зазначити, що автор згадує лише про незначні і короткочасні коливання потенціалу (близько 10 мВ), тоді як в наших дослідках вони були значними і за своєю амплітудою і часом перебігу дуже нагадували зміни мембранного потенціалу залозистих клітин під час їх секреторної діяльності.

Подібність цих електричних реакцій до секреторного потенціалу дає підставу віднести таку гіперполяризацію до явищ не випадкового характеру, що виникають внаслідок артефакту, а до функціональних змін в секреторній клітині, які мають певне фізіологічне значення.

Причина «спонтанної» гіперполяризації мембран секреторних клітин після введення мікроелектрода, на думку Лундберга, полягає в подразненні мікроелектродом нервових закінчень, що надходять до цих клітин. Можливо також, що кінчик мікроелектрода активує деякі внутріклітинні структури, пов'язані із секреторною діяльністю цих клітин. Щодо природи «спонтанних» ритмічних коливань ПС певної думки нема. В тих випадках, коли кінчик мікроелектрода був розташований безпосередньо біля мембрани, можливо, що такі ритмічні зміни виникали внаслідок порушення сталості відведення потенціалу. Це підтверджується тим, що після заглиблення електрода в більш глибокі шари клітини ці коливання зникали.

Висновки

1. Потенціали спокою секреторних клітин, що входять до складу ацин підщелепової залози, мають величину від 9 до 40 мВ. В глибоких шарах цієї залози бувають клітини з більшими потенціалами спокою — 40—80 мВ. На під'язиковій залозі величина потенціалів спокою секреторних клітин секреторних трубочок досягала 9—35 мВ. В усіх випадках вміст секреторних клітин був електронегативним у відношенні до навколишнього середовища.

2. На секреторних клітинах ацин і секреторних трубочок спостерігалися «спонтанні» зміни потенціалів спокою. В одних випадках величина потенціалів спокою зменшувалась, тобто відбувалася деполаризація клітинної мембрани, тимчасом як в інших випадках відзначалось істотне підвищення рівня її поляризації.

Підвищення величини потенціалу, мабуть, пов'язане із секреторною діяльністю клітини.

Література

1. Костюк П. Г.— Микроэлектродная техника, Киев, 1960.
2. Мещерский Р. М.— Методика микроэлектродного исследования, М., 1960.
3. Lundberg A.— J. Physiol., 1954, 124, 25 P.
4. Lundberg A.— Acta physiol. Scand., 1955, 35, 1.
5. Lundberg A.— Nature, 1956, 177, 1080.
6. Lundberg A.— Acta physiol. Scand., 1957a, 40, 21.
7. Lundberg A.— Acta physiol. Scand., 1957 b, 40, 35.
8. Lundberg A.— Physiol. Reviews, 1958, 38, 21.

Надійшла до редакції
13.VI 1966 р.

Потенциалы покоя секреторных клеток подчелюстной и подъязычной слюнных желез кошки и их «спонтанные» изменения при внутриклеточном отведении

С. Д. Ковтун

Научно-исследовательский институт физиологии Киевского государственного университета им. Т. Г. Шевченко

Резюме

Исследования проводились в острых опытах на кошках под нембуталовым наркозом. Потенциалы покоя регистрировались с помощью микроэлектродной техники. На подчелюстной железе при ее покое тотчас после прокола наружной мембраны секреторной клетки ацины отводилась разность потенциалов от 9 до 40 мВ (потенциал покоя). При погружении микроэлектрода в более глубокие слои железы встречались клетки с потенциалом покоя от 40 до 80 мВ. На подъязычной железе секреторные клетки секреторных трубочек имели потенциал покоя в пределах от 10 до 35 мВ.

Во всех случаях внутриклеточного отведения содержимое железистых клеток было электроотрицательным по отношению к окружающей среде. При хороших условиях микроэлектродного отведения потенциал покоя клеток ацин и секреторных трубочек обычно незначительно «спонтанно» уменьшался (за 10—35 мин примерно на 1—5 мВ). Ослабление потенциалов покоя клеток, расположенных в глубоких слоях подчелюстной железы, проходило более интенсивно с 40—80 мВ до 10—30 мВ, а в некоторых случаях до полного их исчезновения.

Однако на многих клетках ацин и секреторных трубочек после введения микроэлектрода потенциал покоя не ослабевал, а, напротив, наблюдалось его значительное «спонтанное» увеличение. Амплитуда этих изменений достигала или даже превышала величину потенциала покоя. Форма и длительность этих изменений крайне напоминали потенциалы, возникающие на мембране железистых клеток при их секреторной деятельности.

Rest Potentials of the Secretory Cells of the Mandibular and Sublingual Salivary Glands of the Cat and Their „Spontaneous“ Alterations on Intracellular Leading

S. D. Kovtun

Institute of Physiology of Kiev State University

Summary

Intracellular leading in acute experiments on cats showed that on the mandibular gland the rest potential of the secretory cells of the acini varied from 9 to 40 mV. In the deep layers of this gland cells are encountered with potentials of up to 40—80 mV. On the secretory cells of the secretory tubules of the sublingual gland, the rest potentials varied from 10 to 35 mV. In all cases the cell content was electrically negative with respect to the surrounding medium.

The rest potentials of the acini cells and secretory tubules decreased «spontaneously» in the course of time (usually by 1—5 mV in 10—35 minutes). Weakening of the rest potentials of the deep layer cells of the mandibular gland was more intense, in some cases reaching complete vanishing.

In many cells of the acini and secretory tubules the rest potential did not decrease but, on the contrary, increased with «spontaneous» alterations. These changes were very similar to potential originating on the membrane of gland cells during secretory activity with respect to amplitude and time of occurrence.

Представники у пере

Лабор
ім. С

Ніжне і клино
перше синаптичне
сальних стовпах і у
Відомо, що при
на поверхні клино
кінцівки на поверх
ля), після якої слі
Терман [12].

Ці хвилі подіб
спинного мозку на
нервів і є зручн
структур.

Аналізу повільн
та клиновидного яде
шість з них стосуєт
в шкірних аферента
ливостей активації н
аферентами, досі не

Всім відомо, що
нами, проходить вел
волокон.

Тому мета наши
і Р-хвиль, відведених
різних точок в їх гл
аферентів. Такий ан
ності в розподілі ней
ють аференти шкірно

Експерименти провод
кова доза — 40 мг/кг ваги
рахунку 3 мг/кг ваги).

Проводилась трахеот
но вводили атропін (0,1—

лю, введену у вену, ввод
Доступ до ядер здійс
хребця і потиличної кістки
ду мозкову оболонку.

Тварину укріплювали
жорстку фіксацію. Голову