

Вплив м'язової діяльності на безумовні слинні рефлекси у людини

В. А. Нові

І. П. Павлов вважав, що «утворення нового нервового зв'язку, процес замикання повністю відбувається у великих півкулях, тобто в них знаходяться не тільки пункти незліченних індиферентних подразнень, але в них лежать і дійові пункти, представники безумовних рефлексів, між якими утворюється новий зв'язок».

З цього висловлювання І. П. Павлова ясно, що безумовні рефлекси представлені в корі головного мозку і на них може поширюватись вплив основних коркових процесів — збудження і гальмування.

В лабораторії, якою керує Г. В. Фольборт, ми вивчаємо взаємовідношення процесів збудження і гальмування в корі головного мозку людини при м'язовій діяльності. Маючи на меті вивчити ці процеси шляхом дослідження секреторних умовних рефлексів, ми на першому етапі роботи вирішили простежити вплив м'язової діяльності на безумовні слинні рефлекси.

З цього питання в літературі є чимало праць. Кадигровов, вивчаючи вплив фізичної роботи на діяльність шлункових залоз у собаки, встановив, що секреція в перші години роботи падає, але згодом підвищується до звичайного рівня.

Прикладовицький і Аполлонов зазначають, що м'язова робота гальмує нервову фазу шлункового соковиділення, майже не впливаючи на гуморальну.

За даними Соколової, невелика робота приводить до збільшення латентного періоду в секреторній діяльності шлункових залоз на всі харчові речовини.

Пчеліна встановила залежність секреторної реакції підшлункової залози від важкості м'язової роботи: важка робота затримує соковиділення і зменшує наявність ферментів у підшлунковому соці.

Дослідження на людині (Геллербрандт і Мейльс) показали, що легка робота підвищувала кислотність шлункового соку, а важка приводила до її падіння.

Некрасов і Хранілова виявили, що у людини після тривалої ходьби зменшується секреція слинних залоз на харчове подразнення.

Методика. Безумовну секрецію слинних залоз у людини ми реєстрували за допомогою капсули Красногорського. Для реєстрації кількості слини в краплях була використана методика Ганіке-Купалова (повітряно-водяна передача з крапельною реєстрацією). Безумовним подразником був сік клюкви постійної концентрації, приємного солодкого смаку, тому його слід віднести до харчових подразників. Кількість клюквенного соку дозували за допомогою вимірювального циліндра; подавали його нагнітальним балоном. Розрив у часі між моментом нагнітання (це відповідало на кімограмі початку відмітки безумовного подразника) і моментом, коли клюква попадала в рот, дорівнював одній секунді. Оскільки цей проміжок часу завжди залишався

постійним, ми, розглядаючи записи секреторної реакції, про нього не згадуємо. Кількість кльоквеного соку в кожному окремому досліді була постійною, але для різних досліджуваних вона змінювалася від 5 до 10 мл.

Щоб не утворився умовний рефлекс на час, ми давали кльоквенний сік через різні проміжки часу — від 5 до 10 хв. Безумовне подразнення тривало 30 хв. Про розмір безумовної реакції судили по кількості крапель слюни, що виділялась на безумовне подразнення, а також протягом 2 хв. після припинення його. 20 крапель відповідали одному мілілітру слини.

Досліджуваний був в одній з кімнат лабораторії, експериментатор і всі прилади для запису — в суміжній кімнаті. Стежили за поведінням досліджуваного через віконце. Вивчали безумовну секрецію в ранкові години, натще (тільки в однієї особи дослідження провадилися в передобідній час, після п'ятигодинної перерви в прийманні їжі).

Характер секреції у кожної людини вивчали на протязі 3—5 днів. Після цього починали досліджувати безумовну секрецію під час м'язової діяльності. При цьому кожний дослід складався з трьох етапів: на першому етапі вивчали безумовну секрецію в спокійному стані; на другому етапі досліджували безумовну секрецію під час м'язової роботи через різні проміжки часу від її початку; на третьому етапі вивчали секрецію після відпочинку, який тривав 30—60 хв.

М'язова діяльність полягала в роботі на ергографі і велотрапі протягом 30, іноді 50 хв. без відпочинку. Навантаження кожній людині визначали індивідуально. Важкість роботи встановлювали за об'єктивними показниками фізіологічного стану (пульс, дихання, потовиділення), а також за суб'єктивним відчуттям втоми. При легкому навантаженні робота на велотрапі становила 0,2 кг/м в 1 сек., при важкому — від 3 до 7 кг/м в 1 сек. Легка робота на ергографі дорівнювала 0,01 кг/м в 1 сек., важка — 0,1—0,2 кг/м в 1 сек.

Було досліджено шість здорових осіб середнього віку. Двоє працюють фізично, четверо займаються розумовою працею. Всього поставлено 76 дослідів з фізичним навантаженням.

Результати спостережень

Безумовна секреція на однакове подразнення була непостійна. В одних досліджених нами людей коливання між окремими порціями слини визначалися 1—2 краплями, в інших — 1—5 краплями. Але незважаючи на такий нерівномірний хід секреції слинних залоз, все ж можна було встановити індивідуальні особливості секреції, тобто визначити властиву кожній людині норму. Так, у одних досліджених безумовний слинний рефлекс коливався від 5 до 8 крапель слини, в інших — від 10 до 15 крапель. Тривалість латентного періоду також була індивідуальна. В одних людей вона коливалася в межах 8—10 сек., в інших — 10—15 сек.

Ця величина латентного періоду трохи більша справжньої, бо при нашій методиці не враховувався час, що йшов на утворення краплі, а брали до уваги тільки краплю, що падала і цим замикала електричний контакт.

У досліджених нами людей спостерігали «неминуче» слиновиділення; оскільки величина його дуже мала — одна крапля за 1—2 хв., то воно не вплинуло на одержані результати.

Вплив м'язової діяльності на безумовну секрецію слинних залоз залежав від важкості роботи. В одному випадку фізична робота стимулювала діяльність слинних залоз, в іншому — пригнічувала її.

При легкій м'язовій роботі латентний період зменшувався в перші хвилини роботи і таким залишався до її кінця. У тих досліджуваних, у яких величина його в спокійному стані дорівнювала 10 сек. і більше, спостерігалось зменшення латентного періоду в 2—3 рази. Після відпочинку латентний період знову збільшувався до норми. При легкій роботі слиновиділення завжди збільшувалось.

Як ілюстрацію наводимо результати спостережень у досліджуваного В. Х. (рис. 1), у якого ми вивчали безумовну секрецію слинних залоз

при легкій роботі, тобто при їзді на велотрапі з вантажем 0,5 кг. Запис слиновиділення показує, що в стані спокою прихований період становить 14 сек., а величина реакції — 6 крапель (А). Через 5 хв. після початку м'язової роботи прихований період зменшився до 5 сек., а секреція збіль-

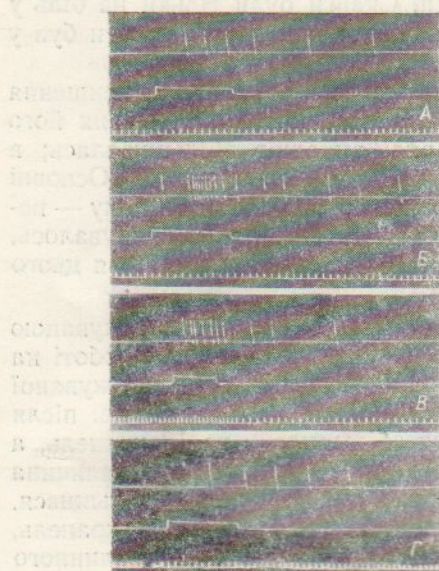


Рис. 1. Вплив легкої м'язової діяльності на безумовне слиновиділення у людини. А — до роботи, латентний період — 14 сек., величина реакції — 6 крапель. Б — після 5 хв. роботи, латентний період — 5 сек., величина реакції — 15 крапель. В — після 30-хвилинної роботи, латентний період — 7 сек., величина реакції — 10 крапель. Г — після 10 хв. відпочинку, латентний період — 20 сек., величина реакції — 5 крапель. Лінії зверху вниз: 1 — безумовна секреція в краплях, 2 — відмітка безумовного подразнення, 3 — відмітка часу по 3 сек.

шилась до 15 крапель (Б). Наприкінці роботи (на 30-й хвилині від її початку) прихований період залишився скороченим, а величина реакції зменшилась до 10 крапель (В). Через 10 хв. після закінчення роботи латентний період збільшився до 20 сек., а величина слинної реакції зменшилась до 5 крапель (Г).

Проведені нами спостереження показують, що легка м'язова робота стимулює безумовну секрецію у людини.

Збільшення безумовної секреції слинних залоз при легкій фізичній роботі могло залежати від іррадіації процесу збудження з аналізатора руху на всю кору головного мозку.

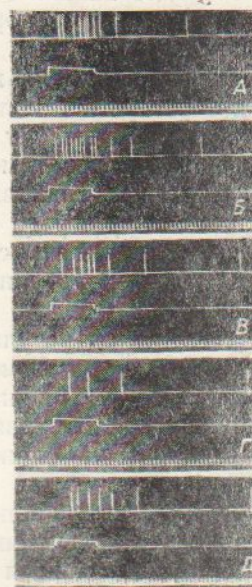


Рис. 2. Зміни безумовного слиновиділення у людини при роботі на ергографі з великим вантажем. А — до роботи, латентний період — 9 сек., величина реакції — 10 крапель. Б — після 1,5 хв. роботи, латентний період — 6 сек., величина реакції — 12 крапель. В — після 30-хвилинної роботи, латентний період — 8 сек., величина реакції — 8 крапель. Г — 7 хв. відпочинку, латентний період — 11 сек., величина реакції — 4 краплі. Д — 30 хв. відпочинку, латентний період — 12 сек., величина реакції — 7 крапель. Лінії зверху вниз: 1 — безумовне слиновиділення в краплях, 2 — відмітка безумовного подразнення, 3 — відмітка часу по 3 сек.

Безумовна секреція слинних залоз при важкій роботі залежала від характеру роботи. При роботі на велотрапі із значним вантажем уже через кілька хвилин пульс у досліджуваних ставав частим, через 10—15 хв. починалось потовиділення. Обличчя червоніло, досліджуваний скаржився, що робота надто важка. Робота на ергографі не супроводжувалась значними функціональними порушеннями. Скарги були тільки на біль у середньому пальці і всій руці. Об'єм виконаної при цьому роботи був у 20—50 разів менший, ніж на велотрапі.

Робота на ергографі з великим вантажем приводила до зменшення латентного періоду на початку роботи і до невеликого збільшення його в кінці. Секреція в перший момент в ряді випадків збільшувалась; в кінці роботи безумовне слиновиділення незначно зменшувалось. Основні зміни при роботі на ергографі спостерігалися в період відпочинку — період відновлення: безумовне слиновиділення в цей час зменшувалось, залишалось на зниженому рівні протягом 10—20 хв. і лише після цього поступово відновлювалось.

На рис. 2 наведені результати спостережень над досліджуваною О. А., які показують характерні зміни безумовної секреції при роботі на ергографі. До роботи величина безумовної секреції у досліджуваної становила 10 крапель, прихований період — 9 сек. Через 1,5 хв. після початку роботи безумовне слиновиділення збільшилось до 12 крапель, а прихований період зменшився до 6 сек. Через 30 хв. роботи величина реакції зменшилась до 8 крапель, а прихований період збільшився. Після семихвилинного відпочинку секреція зменшилась до 4 крапель, прихований період збільшився до 11 сек., і лише після 30-хвилинного відпочинку почалося відновлення. Отже, секреція була на найнижчому рівні під час відпочинку.

Важка фізична праця на велотрапі приводила до виразніших змін уже під час роботи. Величина реакції зменшувалась в усіх спостереженнях. У одних досліджуваних це зменшення починалось у перші ж хвилини фізичної роботи, а в кінці виділялося лише по кілька крапель слини і то після припинення безумовного подразнення. В інших досліджуваних у перші 2—3 хв. м'язової діяльності секреція підвищувалась так само, як і при роботі на ергографі, але потім падала і залишалась зниженою до кінця роботи. Після припинення важкої фізичної роботи секреція слинних залоз здебільшого відновлювалась через 20—30 хв., але в деяких випадках відновлення затягувалось до 1 год.

На рис. 3 наведені результати спостережень над досліджуваною С. Ю., які ілюструють хід безумовного слиновиділення при роботі на велотрапі з великим вантажем. До роботи безумовна секреція у неї дорівнювала 17 краплям, а латентний період — 12 сек. (А). Через 7 хв. після початку роботи секреція зменшилась до 8 крапель, а латентний період збільшився до 16 сек. (Б). На 30-й хвилині від початку роботи слиновиділення знизилось до 6 крапель, а латентний період збільшився до 18 сек. (В). В період відпочинку, через 35 хв. після припинення роботи, безумовна секреція слинних залоз збільшилась до 13 крапель, а латентний період скоротився до 15 сек. (Г).

Наведені дані показують, що важка м'язова робота пригнічує безумовну слинну реакцію і збільшує тривалість латентного періоду.

Ці зміни, можливо, зумовлені явищем негативної індукції в зв'язку з концентрацією збудження при м'язовій роботі в руховій зоні кори головного мозку.

Можна думати, що зниження секреторної функції залежить від рефлексорного пригнічення слиновиділення в зв'язку з потовиділенням,

але таке припущення спростовується тим, що при роботі на ергографі потовиділення відсутнє, а секреція все ж знижується.

Слід відзначити наявність характерних змін у поведінці досліджуваних, коли вони виконують важку фізичну працю. Ці зміни полягають

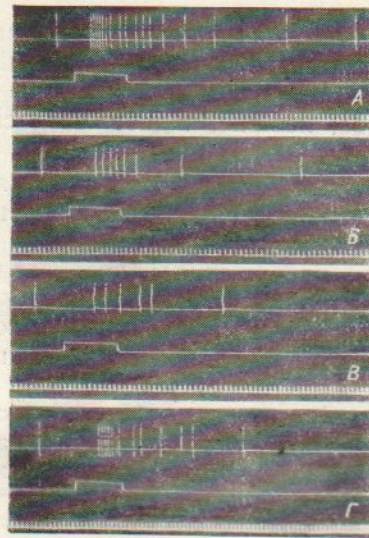


Рис. 3. Зміни безумовного слиновиділення у людини при роботі на велотрапі з великим вантажем. А — до роботи, латентний період — 12 сек., величина реакції — 17 крапель. Б — після 7 хв. роботи, латентний період — 16 сек., величина реакції — 8 крапель. В — після 30-хвилинної роботи, латентний період — 18 сек., величина реакції — 6 крапель. Г — після 35 хв. відпочинку, латентний період — 15 сек., величина реакції — 13 крапель. Лінії зверху вниз: 1 — безумовне слиновиділення в краплях, 2 — відмітка безумовного подразнення, 3 — відмітка часу по 3 сек.

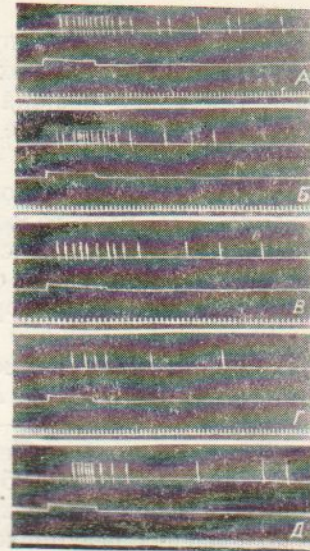


Рис. 4. Відновлення безумовної секреції під впливом легкої м'язової діяльності. А — до роботи, латентний період — 12 сек., величина реакції — 19 крапель. Б — після м'язової роботи протягом 5 хв., латентний період — 10 сек., величина реакції — 16 крапель. В — після 30-хвилинної роботи, латентний період — 7 сек., величина реакції — 13 крапель. Г — 25 хв. відпочинку, латентний період — 18 сек., величина реакції — 6 крапель. Д — після 25-хвилинного відпочинку досліджувана виконувала короткочасну легку роботу, латентний період — 15 сек., величина реакції — 12 крапель. Лінії зверху вниз: 1 — безумовна реакція в краплях, 2 — відмітка безумовного подразнення, 3 — відмітка часу по 3 сек.

в тому, що під час роботи, особливо під кінець її, а також в перші хвилини після її закінчення досліджуваний відчував потяг до сну (досліди звичайно проводили в ранкові години, тобто в період найбільш бадьорого стану досліджуваних). Цей факт, нам здається, можна пояснити тим, що велике фізичне напруження, концентруючи збудження в аналізаторі руху, стимулює охоронний процес гальмування. Поширення процесу гальмування по корі головного мозку і було причиною сонного стану.

В наших спостереженнях вартій уваги той факт, що відновлення безумовної діяльності слинної залози після роботи затягується (рис. 4).

Вивчаючи процеси відновлення після фізичної праці, Маршак при-

йшов до висновку, що різні функції відновлюються після роботи через різні проміжки часу. Автор вивчав у період відновлення такі функції, які при роботі мали зазнати найбільших порушень: потребу в кисні, легеневу вентиляцію, пульс, кров'яний тиск, температуру шкіри і встановив, що відновлення цих функцій в середньому завершується протягом 10—15 хв.

Наші спостереження за пульсом, диханням і потовиділенням також показали, що відновлення цих функцій настає через 5—10 хв. після роботи, але безумовна реакція слинної залози, на яку фізичне напруження могло вплинути лише частково, побічно, відновлювалась через 20—30 хв.

Якщо таке повільне відновлення функції слинної залози зв'язати із станом збудливості кори головного мозку, то зміна цього стану повинна була б вплинути і на діяльність слинних залоз. Щоб перевірити це припущення, ми після великого фізичного напруження пропонували досліджуваному виконати якусь короткочасну легку роботу або переключали його увагу на цікаву книжку чи бесіду. Таке втручання сприяло більш швидкому відновленню безумовної реакції слинної залози. Як приклад наводимо дослід на гр-ці А. А. (рис. 4). Фізична робота лише незначно зменшила в неї секрецію — з 19 до 13 крапель за 30 хв. роботи, але після роботи безумовна секреція зменшилась до 6 крапель і на цьому рівні трималася протягом 25 хв. (Г). На 26-й хвилині досліджуваній запропонували виконати легку м'язову роботу, і відразу після неї почалося відновлення безумовної секреції (Д).

Відзначене нами посилення відновних процесів у слинній залозі при переключенні людини на інший вид діяльності являє собою аналог описаного І. М. Сеченовим активного відпочинку.

Останні досліді показують, що безумовна реакція слинної залози людини, знижена важкою м'язовою роботою, може відновитися під впливом центральної нервової системи.

Ця думка підтверджується рядом фактів, які ми спостерігали. Насамперед нагадаємо, що короткочасна легка робота, читання книги чи бесіда відновлюють секрецію, яка знизилась під впливом важкої м'язової роботи. На це вказує і той факт, що падіння безумовної секреції у більшості досліджуваних супроводжувалось розвитком у них потягу до сну. Про залежність безумовної секреторної реакції від стану кори головного мозку свідчать також два випадки, які ми спостерігали: одного разу досліджуваний студент запізнився на дослід і, затримавшись у лабораторії, не встиг вчасно прибути на лекцію. На цей раз ми не бачили в нього тих змін, які завжди відзначалися при виконанні важкої роботи, тобто секреція слини не зменшилась ні під час роботи, ні в перші хвилини після неї. Досліджений хвилювався, просив якнайшвидше закінчити дослід.

Такого самого характеру була секреція у досліджуваної Т. А. в той день, коли вона дізналася, що її сина залишили в класі на другий рік.

В літературі є ряд вказівок про залежність безумовних рефлексів від процесів, що відбуваються в корі головного мозку. В лабораторії, очолюваній Г. В. Фольбортом, Воробйов і Ліндберг показали, що при виробленні умовних рефлексів нові агенти при перетворенні їх в умовні подразники різко змінюють величину безумовних рефлексів.

Купалов спостерігав збільшення безумовного рефлексу в тому випадку, коли дії безумовного подразника передувало застосування умовного.

Асратян встановив, що умовні, а також сторонні подразники поміт-

но змінюють величину безумовного рефлексу і впливають на стан збудливості центра безумовного рефлексу. На це вказує і К. М. Биков у своїх працях про вплив кори головного мозку на внутрішні органи і про кортико-вісцеральну патологію.

Висновки

На підставі викладених даних можна зробити такі висновки:

1. Легка м'язова діяльність стимулює безумовну слинну реакцію.
2. Важка м'язова робота приводить до зниження безумовної секреції і збільшення тривалості прихованого періоду.
3. В період відпочинку після важкого фізичного напруження безумовна реакція слинних залоз відновлюється поступово. Короткочасна легка робота, бесіда або читання книги прискорюють відновлення безумовної реакції слинних залоз.
4. Безумовна реакція слинних залоз людини при різних видах фізичного напруження, а також в період відновлення залежить від функціонального стану кори головного мозку.

ЛІТЕРАТУРА

- Павлов И. П., Полн. собр., соч., Изд-во АН СССР, т. III, кн. II, 1951, стор. 92.
Фольборт Г. В., Журн. высшей нервн. деят., III, 1, 1951, стор. 311—318.
Соколова Е. К., Московск. мед. журн., II, 1926, стор. 1—5.
Пчеллина А. П., Там же, стор. 6—16.
Некрасов П. А. и Хранилова Н. В., Архив биол. наук, 34, 1—3, 1933, стор. 593—602.
Асратян Э. А., Физиология центральной нервной системы, 1953, стор. 38—46.
Воробьев А. М. и Линдберг А. А., Условные рефлексы, Харьков, 1932.
Купалов П. С., Архив биол. наук, 25, 1925, стор. 3—4.
Усиевич М. А., 50 лет учения И. П. Павлова об условных рефлексах, 1953, стор. 115—130.
Институт фізіології ім. О. О. Богомольця
Академії наук УРСР,
лабораторія вищої нервової діяльності

Влияние мышечной деятельности на безусловные слюнные рефлексы у человека

В. А. Нови

Резюме

И. П. Павлов считал, что безусловные рефлексы имеют корковое представительство и на них может распространяться влияние основных корковых процессов — возбуждения и торможения.

В дальнейшем исследовании, проведенные в лабораториях К. М. Быкова, Г. В. Фольборта, наблюдения П. С. Купалова, М. А. Усиевича, Э. А. Асратяна подтвердили зависимость безусловных рефлексов от течения корковых процессов.

Нами в лаборатории Г. В. Фольборта изучается взаимоотношение процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга человека при мускульной деятельности. Предполагая изучить эти процессы путем исследования условных секреторных рефлексов, мы на первом этапе работы поставили перед собой задачу изучить влияние мускульной деятельности на безусловные слюнные рефлексы.

Безусловная слюнная секреция у человека регистрировалась известными в литературе методическими приемами (Красногорский, Ганике-

Купалов). Безусловным пищевым раздражителем служил строго дозированный клюквенный сок постоянной концентрации.

Мускульная деятельность заключалась в работе на велотрапе и эргографе. Тяжесть работы определялась объективными показателями физического состояния (пульс, дыхание, потоотделение), субъективным чувством утомления и вычислением мощности выполненной работы.

Результаты наблюдений показали, что влияние мускульной деятельности на безусловную секрецию зависело от тяжести выполняемой работы. В одном случае деятельность слюнных желез явно стимулировалась физической работой, в другом — угнеталась ею.

При легкой мускульной работе скрытый период секреторной реакции в первые минуты уменьшался и оставался уменьшенным на всем протяжении работы. Величину секреторной реакции мускульная деятельность увеличивала у всех испытуемых.

Усиление безусловной реакции слюнных желез при легкой мускульной деятельности могло быть связано с иррадиацией процесса возбуждения с двигательного анализатора на всю кору головного мозга.

Безусловная секреция при тяжелой мускульной работе в первые минуты работы увеличивалась, скрытый период несколько уменьшался, но к концу работы мы наблюдали удлинение скрытого периода секреторной реакции и уменьшение количества выделенной слюны.

Возможно, что эти изменения связаны с явлением отрицательной индукции в связи с концентрацией раздражения при мускульной деятельности в двигательной зоне коры головного мозга.

Уменьшение секреции при тяжелой мускульной деятельности нельзя объяснить потоотделением, так как при работе на эргографе слюна выделялась при отсутствии потоотделения. Нельзя также связывать это с насыщением, поскольку количество безусловного раздражителя не превышало того же количества при легкой работе, когда показатели безусловной секреции были противоположны.

Сниженная в связи с мускульной деятельностью секреция слюнных желез восстанавливалась после 30—60-минутного отдыха. В том случае, когда отдых был активен, испытуемого переключали на другой вид деятельности (легкая физическая работа, чтение книги или беседа), восстановление значительно ускорялось. Такое усиление восстановительных процессов при переключении человека на другой вид деятельности является аналогом активного отдыха, описанного И. М. Сеченовым, и показывает, что безусловная реакция слюнных желез может восстанавливаться под влиянием воздействий со стороны центральной нервной системы человека.