

Цитологічні зміни клітин міжхребцевих вузлів під впливом подразнення електричним струмом.

Б. В. Рубашкін.

Відділ мікроморфології (зав.—проф. М. С. Часовніков) Українського інституту
експериментальної медицини (директор—проф. Я. І. Ліфшиц).

Питання гістофізіології взагалі і, зокрема, гістофізіології центральної нервової системи належать безперечно до актуальних проблем експериментальної медицини.

1898 року Golgi описав у гангліозних клітинах сіткоподібну структуру у вигляді віночка навколо ядра. Згодом її назвали *внутрішній сітчастий апарат Golgi*.

Дальші дослідження самого Golgi та його найближчих учнів (Veratti, Negri та ін.) зібрали, поперше, різноманітні дані, що стосуються до гістогенезу апарату, а подруге, виявили, що цей апарат мають усі клітини тваринних організмів.

Характерна риса описуваної внутрішньоклітинної структури є, за Golgi, та, що її елементи ніколи не досягають зовнішньої поверхні клітин, лишаючи більш-менш виразною так звану Randzona, тобто шар цитоплазми між апаратом і зовнішньою поверхнею клітини. Всупереч Golgi, Holmgren (1901, 1902) припускає, що такої Radzona, принаймні в гангліозних нервових клітинах, не буває, і що елементи апарату можуть досягти (і справді досягають за Holmgren'ом) зовнішньої поверхні клітин.

Ці, на нашу думку, неправдиві дані дали привід Holmgren'ові отожнювати внутрішній сітчастий апарат Golgi з відкритими ним трофоспонгіями; оці трофоспонгії, за Holmgren'ом, становлять систему, можливо, соконосних щілин, які пронизують цитоплазму клітини; щілини утворюються наслідком проростання тіла нервових клітин паростками сателітів.

Отже, за Holmgren'ом, внутрішній сітчастий апарат Golgi становить своєрідну дренажну внутрішньоклітинну систему каналців. Аналогічну думку висловлювали і інші дослідники,—приміром, Cajal, який вважає, що елементи апарату є порожнисті трубки.

На наш погляд, правдивіша є думка Golgi та його учнів, які вважають, що елементи апарату є масивні балки.

На підставі того, що виявлювана за методом Golgi або Насонова-Колачова внутрішньоклітинна структура далеко не завжди має сіткоподібну будову, а часто-густо являє сукупність певної кількості окремих елементів, пізніші дослідники пробували замінити термін Golgi-Apparat терміном Golgi-Material (Gowdry, 1924). Нарешті, ще пізніші дослідники (Hirschler, 1927) почали розрізняти у внутрішньому сітчастому апараті Golgi осміофільний зовнішній (Apparato-externo) та осміофобний внутрішній (Apparato-interno) компоненти.

Треба відзначити, що вивчення апарату Golgi до останнього часу провадили майже тільки в морфологічному напрямі; наслідком майже цілковитого ігнорування почасти фізіологічних, а особливо біохемічних методів дослідження, мабуть, і маємо те, що й дотепер ми не можемо більш-менш докладно уявити собі функціональне значення згаданої внутрішньоклітинної структури (Jacobs, 1927).

Другу важливу структуру, що виявляється в нервових клітинах, відкрив уперше Nissl в 1887 р.; вона забарвлюється після фіксації 96° спиртом різними основними аніліновими фарбами і відома під назвою *тироїдна речовина*, або *зернистість Nissl'я* тощо. Зважаючи на те, що така зернистість спостерігається тільки в нервових клітинах, багато дослідників (Nissl, Cajal, Marinesco та ін.) фіксували свою увагу на вивчанні її морфології та гістофізіології у нормальних і патологічних умовах.

На підставі характеру, форми й розмірів зерен та внутрішньоклітинного їх розміщення запропоновано різні класифікації нервових клітин (Nissl, Cajal). Багато дослідників, не без підстави, вважають, що зернистість Nissl'я в живих нервових клітинах не існує, а тому центр уваги переносять з морфології її на функціональне значення тієї речовини, з якої, при відповідному обробленні, ця зернистість формується.

Висловлювали і таку думку, що речовина Nissl'я становить резерв поживної речовини клітини, вживаної при її фізіологічному збудженні. Проте, як нам відомо, така думка не potwierджена відповідними експериментальними даними.

Щодо функціонального значення речовини Nissl'я, то, мабуть, точно встановленими є лише дані спостереження патологічних випадків.

Приміром, при перерізці аксону можна констатувати поступове „розчинення“ грудок згаданої зернистості; тут утворюється таке враження, що речовина Nissl'я дифузно просякає всю цитоплазму.

Як нам відомо, безпосередніх даних про роль згаданої речовини у фізіологічних процесах, що відбуваються в нервових клітинах, до цього часу не опубліковано.

Це наше повідомлення є результат поставлених нами, на пропозицію проф. М. С. Часовнікова, дослідів, які мали завданням добути нові дані про гістофізіологію нервових клітин міжребцевих вузлів.

Матеріалом для дослідження ми брали спинномозкові вузли кролика, які відповідають *plexus brachialis*. Об'єктом дослідження були зміни деяких внутрішньоклітинних утворів, як от внутрішній сітчастий апарат Golgi, трофоспонгії Holmgren'a, зернистість Nissl'я та Altmann'a, які бувають при експериментальному втомленні аж до виснаження досліджуваних клітин.

Використану нами фізіологічну методику можна схарактеризувати ось як:

Ми оголювали мішані спинномозкові нерви (що відповідні їм ганглії ми досліджували) і подразнювали їх індукційним струмом, джерелом якого був санний апарат Du Bois Reymond'a. По закінченні подразнення, яке тривало 7, 14 і 23 хвил. (при відстані між котушками апарату в 5 см), ми досліджували в гангліозних клітинах перелічені вище внутрішньоклітинні структури. Їх ми виявляли з допомогою таких методів: 1) внутрішній сітчастий апарат Golgi — за методом Насонова - Калачова, 2) трофоспонгії Holmgren'a — за методом С. Часовнікова з наступним забарвленням залізним гематоксином; 3) зернистість Nissl'я — за методом самого Nissl'я, 4) хондріозми фіксували за Champi, 5) забарвлення провадили за методом Altmann'a-Kull'я.

Висновки ми робили на підставі зіставлення препаратів подразнених гангліїв з препаратами неподражених тієї самої тварини і того ж самого сегменту спинного мозку з протилежної сторони.

За нашими даними, клітини міжхребцевих вузлів можна поділити, принаймні, на дві групи: на великі, що лежать переважно по периферії вузла, і на дрібні — переважно в його центральній зоні. Такий поділ ми провадили на підставі того, що згадані два типи клітин відрізняються один від одного: 1) розмірами, 2) топографією та архітектонікою внутрішнього сітчастого апарату Golgi, 3) змінністю сітчастого апарату Golgi при виснаженні клітин, 4) топографією та архітектонікою трофоспонгій, 5) характером зернистості Nissl'я.

Тепер перейдімо до цитологічних даних.

1. Внутрішній сітчастий апарат Golgi (оброблений за Насоновим-Калачовим) в малих клітинах має вигляд більш-менш густого віночка навколо ядра; Randzona (тобто прошарок цитоплазми між апаратом і зовнішньою поверхнею клітини), а також Zwischenzona (тобто прошарок цитоплазми між апаратом і ядром) має виразний характер (рис. 2).

У великих клітинах апарат являє цілком самостійні елементи, які навіть при спробах реконструкції не дають уявлення про сіткоподібну структуру.

Отже, згідно з пропозиціями Gowdry, таку структуру в малих клітинах можна назвати *Golgi-Apparat*, у великих же клітинах ця структура являє *Golgi-Material* (рис. 1).

І у великих і в малих клітинах в тісному контакті з елементами апарату спостерігається скупчення окремої субстанції з темнішим зеленуватим відтінком, яка міститься на внутрішніх поверхнях елементів апарату.

За її морфологічними властивостями описану субстанцію можна назвати *Apparato-interno*, тобто осміюфобним компонентом внутрішнього сітчастого апарату.

При незначному виснаженні (подразнення протягом 7 або 13 хвил.) будь-яких значних змін в описуваній структурі не виявлено. При максимальному ж подразненні* ми і в малих і у великих клітинах могли спостерігати різке зменшення (аж до цілковитого зникнення) осміюфобного компоненту апарату, тобто *Apparato-interno*.

Будь-яких змін в архітектоніці або топографії апарату у великих клітинах ми не спостерігали, крім деякого ущільнення сіткоподібної структури, яке виявилось у виразнішому розмежуванні Randzona і Zwischenzona (рис. 1a і 2a).

Далі ми фіксували нашу увагу на трофоспонгії Holmgren'a (оброблення за методом С. Часовнікова з наступним забарвленням залізним гематоксиліном за Heidenhain'ом. В малих невиснажених клітинах ми цієї структури зовсім не спостерігали (рис. 4), а в деяких (дуже небагатьох) великих клітинах ця структура являла дуже мало розвинену сітку каналців або щілин (рис. 3).

У виснажених клітинах ця структура виразніша. Після максимального подразнення (23 хвил.) ми бачили трофоспонгії, як і в малих клітинах, де вони являли собою рідку сітку щілин, що розходяться приблизно радіально від ядра. Ці щілини, починаючись у Zwischenzona, пронизують зону апарату і закінчуються в Randzona, часто сягаючи зовнішньої поверхні клітини. У великих клітинах трофоспонгії являють

* Ми вважаємо ступінь виснаження за приблизно пропорціональний тривалості подразнення (23 хвил.).

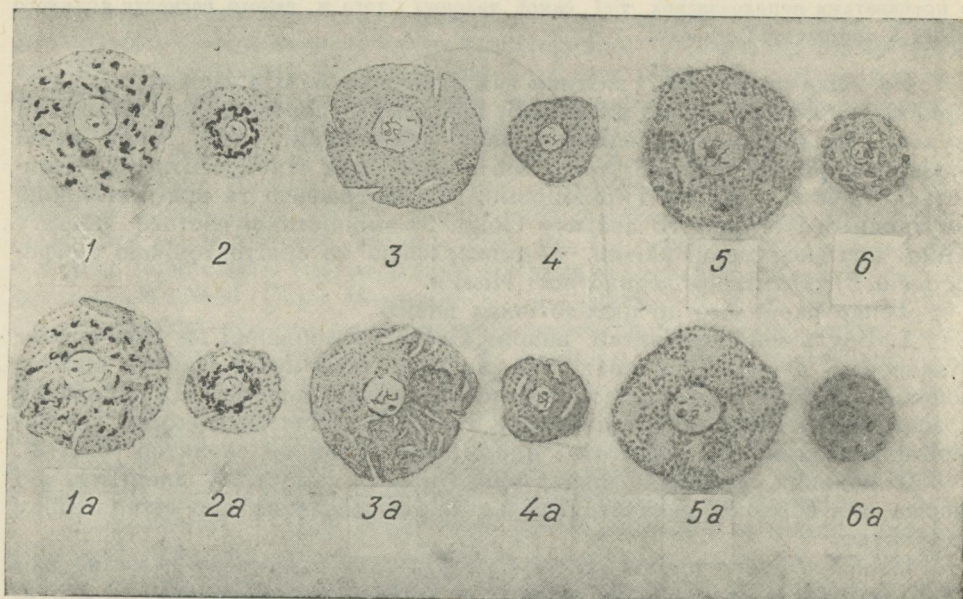


Рис. 1, 1а, 2 і 2а. Імпрегнація осмієм за Nassonov-Kolatschov'им.

Рис. 1. Велика клітина спинномозкового вузла до виснаження. Видно: а) внутрішній сітчастий апарат Golgi у вигляді ізолюваних елементів і б) трофоспонгії Holmgren'a у вигляді негустої сітки щілин.

Рис. 1а. Така сама клітина після виснаження. Видно: а) майже незмінений апарат Golgi і б) трофоспонгії Holmgren'a у вигляді значно густішої сітки щілин.

Рис. 2. Мала клітина спинномозкового вузла до виснаження. Апарат Golgi являє віночок навколо ядра; трофоспонгій нема.

Рис. 2а. Така сама клітина після виснаження. Видно: а) незмінений апарат Golgi і б) трофоспонгії Holmgren'a у вигляді негустої сітки.

Рис. 3, 3а, 4 і 4а. Фіксація за С. Часовніковим; забарвлення за Heidenhain'ом.

Рис. 3. Велика клітина спинномозкового вузла до виснаження. Видно трофоспонгії Holmgren'a у вигляді негустої сітки щілин.

Рис. 3а. Така сама клітина після виснаження. Видно трофоспонгії Holmgren'a у вигляді значно густішої сітки щілин.

Рис. 4. Мала клітина спинномозкового вузла до виснаження. Трофоспонгій немає.

Рис. 4а. Така сама клітина після виснаження. Трофоспонгії являють негусту сітку щілин.

Рис. 5, 5а, 6 і 6а. Оброблення за Nissl'ем.

Рис. 5. Велика клітина спинномозкового вузла до виснаження. Видно дрібну зернистість Nissl'я, розкидану більш-менш рівномірно по всьому клітинному тілу.

Рис. 5а. Така сама клітина після виснаження. Зернистість Nissl'я являє також дрібні зерна, але в меншій кількості.

Рис. 6. Мала клітина спинномозкового вузла після виснаження. Зернистість Nissl'я являє відносно великі зерна.

Рис. 6а. Така сама клітина після виснаження. Зернистість Nissl'я теж являє великі зерна, але їх маємо тут менше.

значно густішу сітку, елементи якої розміщуються приблизно так само, як і в малих (рис. 3а і 4а).

Описувану структуру ми спостерігали і на препаратах, оброблених за методом Насонова-Калачова. На цих препаратах можна було ясно бачити чималі відмінності в архітектоніці й топографії внутрішнього сітчастого апарату Golgi і трофоспонгії Holmgren'a.

Отже, поперше, за нашими даними*, елементи сітчастого апарату ніколи не сягають зовнішньої поверхні клітини, завжди лишаючи більш-менш виразну Randzona, тим часом, як трофоспонгії, проходячи через Randzona, сягають зовнішньої поверхні клітини. Подруге, загальна топографія й архітектоніка внутрішнього сітчастого апарату Golgi цілком відмінні від топографії та архітектоніки трофоспонгії Holmgren'a; потретє, зміни в сітчастому апараті Golgi і в трофоспонгіях Holmgren'a цілком різні.

Отож ми змушені вважати, що ці дві внутрішньоклітинні структури цілком самостійні і незалежні утвори.

Третім дослідженням нами внутрішньоклітинним утвором була зернистість Nissl'я (оброблена за Nissl'em).

Характер цієї зернистості і в малих і у великих клітинах неоднаковий.

У неподразнених гангліозних клітинах зернистість більш-менш рівномірно розподілялась по всій цитоплазмі, і зерна, розміщені ближче до зовнішньої поверхні клітини, були трохи більших розмірів. І взагалі в малих клітинах зернистість більша (рис. 6) ніж у великих (рис. 5).

При виснаженні загальна кількість зерен прогресивно зменшувалась; насамперед, мабуть, зникають дрібніші зерна. Треба відзначити, що, мабуть, навіть при максимальному виснаженні (23 хвил.) ми спостерігали відносно незначне зменшення кількості зерен (рис. 5а і 6а). Саме зважаючи на цю незначність спостережуваних змін, ми доходимо висновку, що наші дані не виправдали припущень про резервно-поживне значення речовини.

Четвертою дослідженою нами внутрішньоклітинною структурою були хондріозоми (фіксація за Champi, забарвлення за Altmann'ом), які ми, як і інші автори, спостерігали у вигляді дрібних зерен, розкиданих по всьому клітинному тілу.

Будьких змін, які можна було б пов'язати з фактом виснаження досліджуваних клітин, ми не спостерігали.

В и с н о в к и.

1. Клітини міжхребцевих вузлів можна поділити на дві групи — великі і малі; вони відрізняються одна від одної: 1) розмірами, 2) почасти розміщенням, 3) архітектонікою сітчастого апарату Golgi і 4) архітектонікою трофоспонгії Holmgren'a.

2. Сітчастого апарату Golgi не можна ототожнювати з трофоспонгіями Holmgren'a і, згідно з Cajal'ем, навряд чи його можна визнати за внутрішньоклітинну дренажну систему. Правдивіший є погляд Golgi, за яким окремі елементи апарату є масивні утвори, але не каналіці.

3. При прогресивному виснаженні гангліозних клітин не виявлено присутніх змін в осміофільному Apparato-externo, але констатовано різке зменшення (аж до зникнення) осміофобного Apparato-interno. У великих клітинах осміофільний компонент апарату являє розкидані по всій цитоплазмі (крім Randzona) окремих елементів; у малих же — зосереджену навколо ядра сітку.

* Вони збігаються з Golgi та суперечать даним Holmgren'a.

4. У неподразженных клетках трофоспонгии Holmgren'a спостерігались у вигляді малорозвиненої сітки лише у великих клітинах. У клітинах же виснажених вся сітка була значно розвинена і виявилась також у малих клітинах.

5. Результати, добуті щодо сітчастого апарату Golgi і трофоспонгии Holmgren'a, безперечно свідчать за те, що ці утвори відіграють по сутню роль у фізіологічних функціях клітин.

6. Докладніших висновків щодо самої суті процесів, які відбуваються в клітинах і тканинах, ми робити не можемо, бо маємо ще недостаток відповідних гістофізіологічних і гістологічних даних.

7. Добуті нами дані не можна використати ані за, ані проти теорії, за якою речовині Nissl'я приписують трофічну роль.

Цитологические изменения клеток межпозвоночных узлов под влиянием раздражения электрическим током.

Б. В. Рубашкин.

Отдел микроморфологии (зав.— проф. Н. С. Часовников) Украинского института экспериментальной медицины (директор — проф. Я. И. Лифшиц).

По предложению проф. Н. С. Часовникова мы предприняли исследования в целях получения новых данных, касающихся гистофизиологии нервных клеток межпозвоночных узлов.

В результате наших исследований мы пришли к следующим выводам:

1. Клетки межпозвоночных узлов могут быть разделены на две группы — большие и малые. Они отличаются друг от друга: а) размерами, б) отчасти расположением, в) архитектурой сетчатого аппарата Golgi, г) архитектурой трофоспонгии Holmgren'a.

2. Сетчатый аппарат Golgi ни в коем случае не может быть отождествлен с трофоспонгиями Holmgren'a и, согласно Cajal'ю, вряд ли может быть признан внутриклеточной дренажной системой. Более правдоподобной является точка зрения Golgi, согласно которой отдельные элементы аппарата являются образованиями массивными.

3. При прогрессивном истощении ганглиозных клеток существенных изменений в осмиофильном Apparato-externo не обнаружено, но констатировано резкое уменьшение (вплоть до исчезновения) осмиофильного Apparato-interno. В крупных клетках осмиофильный компонент аппарата представлен в виде большого количества разбросанных по всей цитоплазме (за исключением Randzona) отдельных элементов, в малых же — в виде сосредоточенной вокруг ядра сети.

4. В нераздраженных клетках трофоспонгии Holmgren'a наблюдались в виде слабо развитой сети лишь в крупных клетках. В клетках истощенных эта сеть оказывалась значительно более развитой и обнаруживалась также в малых клетках.

5. Результаты, полученные в отношении сетчатого аппарата Golgi и трофоспонгии Holmgren'a, указывают на существенную роль, которую эти образования играют в физиологических отправлениях клеток.

6. Более обстоятельные выводы в отношении самой сути происходящих в клетках и тканях явлений в настоящее время еще весьма затруднительны в виду недостаточных гистофизиологических и почти полного отсутствия соответствующих гистобиохимических данных.

7. Полученные нами данные не могут быть использованы ни за, ни против теории, приписывающей трофическую роль веществу Nissl'я.

Modifications cytologiques dans les cellules des ganglions intervertébraux sous l'influence de la stimulation par le courant électrique.

B. V. Roubachkine.

Section de micromorphologie—(chef — prof. N. S. Tschassovnikov) de l'Institut de médecine expérimentale (directeur — prof. J. I. Lifschitz).

Sur la proposition du prof. N. S. Tschassovnikov nous avons entrepris une série de recherches afin d'obtenir des données nouvelles sur l'histophysiologie des cellules nerveuses des ganglions intervertébraux.

De nos travaux nous concluons que:

1. Les cellules des ganglions intervertébraux peuvent être réparties en deux groupes: les grandes et les petites; elles diffèrent l'une de l'autre a) par les dimensions, b) en partie par la situation, c) par l'architectonie de l'appareil réticulé de Golgi, d) par l'architectonie de la trophospongie de Holmgren.

2. L'appareil réticulé de Golgi ne peut en aucune façon être identifié avec les trophospongies de Holmgren, ni considéré comme un système de drainage intracellulaire. Le point de vue de Golgi est très vraisemblable. Suivant cette théorie les éléments séparés de l'appareil seraient des formations massives.

3. Dans l'épuisement progressif des cellules ganglionnaires nous n'avons pas constaté d'altérations essentielles dans l'appareil d'osmiophile externe, mais, par contre, nous avons pu constater une diminution brusque, presque une disparition de l'appareil osmiophile interne. Dans les grosses cellules la partie osmiophile de l'appareil est représentée sous forme d'une grande quantité d'éléments isolés, disséminés dans tout le cytoplasma, à l'exception de la zone périphérique (Randzona) et dans les petites cellules—sous forme d'un réseau net, concentré autour du noyau.

4. Dans les cellules non stimulées, les trophospongies de Holmgren étaient trouvées sous forme d'un réseau faiblement développé dans les grosses cellules seulement. Dans les cellules épuisées ce réseau était beaucoup plus développé et pouvait également être observé dans les petites cellules.

5. Les résultats obtenus, relatifs à l'appareil réticulé de Golgi et les trophospongies de Holmgren, témoignent du rôle important que ces formations jouent dans les fonctions physiologiques des cellules.

6. Il est difficile, à l'heure actuelle, de tirer des conclusions plus approfondies relativement à la nature même des phénomènes ayant lieu à l'intérieur des cellules et des tissus, à cause du manque de données histophysiologiques et de l'absence presque totale des données histobiologiques correspondantes.

7. Les résultats de nos observations ne peuvent être utilisés ni en faveur de la théorie qui attribue un rôle trophique à la substance de Nissl, ni contre celle-ci.

1748784

Народний Комісаріат Охорони Здоров'я УСРР
Український Інститут Експериментальної Медицини

Експериментальна Медицина

Щомісячний журнал

№ 9

Вересень
Septembre

1936

La médecine
expérimentale

Держмедвидав

68