

УДК 612.821

І. В. Фролькіс

ЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ СУДИННИХ ГЛАДКОМ'ЯЗОВИХ КЛІТИН МОЛОДИХ, ЗРІЛИХ І СТАРИХ ЩУРІВ

Вікові зміни судинної стінки відіграють істотну роль у процесі старіння. Гадають, що зрушення тонусу і проникності судин приводять до порушення кровопостачання тканин у старості, до розвитку в них істотних вікових змін. Цим пояснюється той великий інтерес, що проявляється останнім часом до змін структури та обміну судин з віком. Так показано, що в процесі старіння відбуваються значні морфологічні зміни судинної стінки — гіперплазується еластична, ретикулінова і колагенова тканина, перебувають м'язовий і формується субендотеліальний шар [1, 4, 11]. Є прямі клініко-фізіологічні дані, що свідчать про зміну функції судин у старості. Судинні реакції у старих людей і тварин набувають тривалого, зтяжного характеру, збільшується їх латентний період, змінюється чутливість до нервових і гуморальних впливів [5]. В оцінці механізмів вікових змін функції судин істотне значення могла б мати характеристика зрушень електричних властивостей гладком'язових клітин судин. Вивчення електричних реакцій гладком'язових судин клітин у тварин різного віку могло б якоюсь мірою пролити світло на клітинні механізми судинних зрушень.

У відповідності з класифікацією Бернстока [6], всі гладкі м'язи підрозділяються на три групи (А, В і С) за їх функціональною організацією та зв'язком вегетативного постгангліонарного нейрона з гладком'язовими клітинами. Більшість гладких м'язів судин належать до моделі С, яка включає клітини, що становлять ефекторні пучки з високорозвинутими міжклітинними зв'язками. Тільки невелика кількість активних клітин має близько розташовані нейром'язові синапси. Активні клітини електротонічно зв'язані з пасивними. Вторинно пасивні клітини збуджуються електротонічно від активних і пасивних. Ці гладкі м'язи мають, як правило, спонтанну активність. Одним із прикладів такої гладком'язової організації є ворітна вена. Спонтанна активність ворітної вени може служити гарною моделлю для аналогічних властивостей артерійол, електрофізіологічне дослідження яких дуже утруднене [2].

Методика досліджень

Досліди провадилися на ворітній вені щурів віком три-чотири тижні (молоді), 10—12 місяців (зрілі) і 26—28 місяців (старі).

Ізольовану смужку ворітної вени вміщували в термостатовану камеру з проточним розчином Кребса, температура якого підтримувалась у межах 36—37° С. Електричну активність гладком'язових клітин реєстрували скляним мікроелектродом, введеним внутріклітинно, із застосуванням мостової схеми. Електричні імпульси, відведені мікроелектродом, заповненим 3М розчином KCl, через катодний повторювач надходили на спарені осцилографи С1-18, на одному з яких для реєстрації була встановлена фотокамера ФОР-2, через другий катодний повторювач сигнал подавали на двоканальний самописець КСП-4.

Результати досліджень та їх обговорення

При внутріклітинній реєстрації електричної активності гладком'язових клітин ворітної вени у щурів різних вікових груп були зареєстровані клітини, що мають спонтанну електричну активність та не мають її. Кількість активних клітин була найбільшою у молодих тварин та з віком зменшувалась. Так, з кожних 15 досліджених клітин у молодих щурів виявлено 11 активних, у зрілих тварин — сім активних, у старих — п'ять активних клітин.

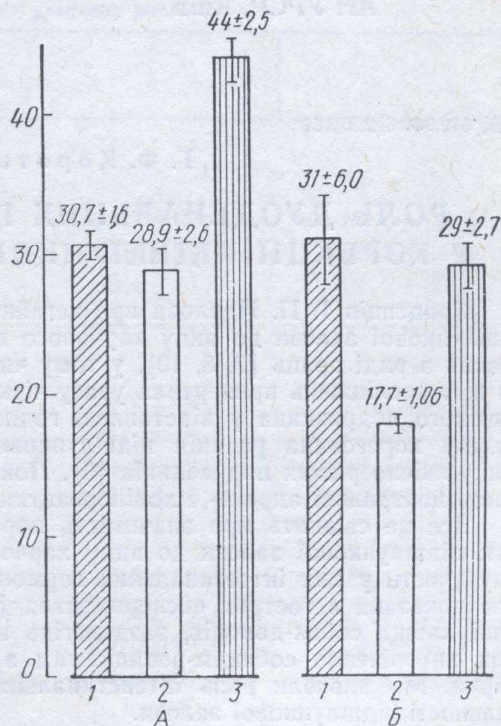
Важливе значення для характеристики електрофізіологічних властивостей гладком'язових клітин має рівень мембранного потенціалу. Виявилось, що його величина залежить від віку тварин та від активності гладких м'язів судин. В неактивних клітинах величина мембранного потенціалу максимальна у старих тварин ($44 \pm 2,5$ мВ, $p < 0,001$), у молодих і зрілих тварин вона схожа ($30,7 \pm 1,6$ мВ, $p > 0,5$ і $28,9 \pm 2,6$ мВ відповідно).

При активації клітин величина мембранного потенціалу знижується, що чітко видно у старих і зрілих тварин ($23 \pm 2,7$ мВ, $p < 0,001$ і $17,7 \pm 1,06$ мВ, $p < 0,001$ відповідно). У молодих щурів величина мембранного потенціалу активних клітин змінювалась дуже незначно (30 ± 5 мВ, $p > 0,5$; див. рисунок). Спонтанна електрична активність гладком'язових клітин ворітної вени відрізняється широкою різноманітністю і представлена хвилями деполяризації, на вершинах яких в частині випадків відзначались пікові потенціали. У проміжках між хвилями також часто реєструвались швидкі потенціали дії [2, 3, 7–10].

З віком збільшується середня амплітуда хвиль спонтанної електричної активності ($6,4 \pm 1,4$ мВ, $p < 0,01$ у молодих, $14,3 \pm 2,8$ мВ у зрілих і $24 \pm 2,9$ мВ, $p < 0,01$ у старих), прогресивно наростає тривалість ($2,6 \pm 0,2$ с, $p < 0,001$ у молодих, $3,5 \pm 0,2$ с у дорослих і $4,9 \pm 0,6$ с, $p > 0,05$ у старих тварин). Частота імпульсів у молодих тварин найбільша і з віком зменшується.

Отже, одержані дані про істотні вікові відмінності електрофізіологічних характеристик гладком'язових клітин ворітної вени щура (рівня мембранного потенціалу активних і пасивних клітин, амплітуди імпульсів спонтанної електричної активності, їх тривалості і частоти). Одержані вікові відмінності електричних властивостей гладком'язових клітин ворітної вени, очевидно, пов'язані зі змінами їх структури і метаболізму. В старості мембранний потенціал м'язових волокон скелетних м'язів, мотонейронів спинного мозку істотно не змінюється, міокардіальних клітин — знижується [5]. Можна гадати, що показане нами зростання мембранного потенціалу гладком'язових клітин ворітної вени в старості пов'язане якоюсь мірою з уповільненням в них електричної активності. Так, за нашими даними,

Зміни мембранного потенціалу пасивних (А) і активних (Б) гладком'язових клітин ворітної вени молодих (1), зрілих (2) і старих (3) щурів.



частота імпульсів у клітинах старих тварин нижча, у них відзначається менша кількість активних клітин, ніж у щурів інших вікових груп. У старості судинні реакції мають більш тривалий латентний період і набувають затяжного характеру. Це пояснюється змінами нейрогуморальної регуляції судин, а також, можливо, наростанням тривалості і амплітуди імпульсів спонтанної електричної активності судинних гладких м'язів. Привертає увагу та обставина, що різниця в рівні мембранного потенціалу активних і пасивних клітин у молодих тварин значно менша, ніж у старих, очевидно, вони легше стають активними і залучаються в реакції, ніж клітини зрілих і старих тварин.

Отже, одержані нами дані про вікові зміни електричних властивостей судинних гладком'язових клітин відповідають клініко-фізіологічним даним про зміни характеру реакцій серцево-судинної системи в старості.

Література

1. Горев Н. Н., Кожура И. М., Костюк Л. В., Ступина А. С., Черкасский Л. П. Экспериментальный атеросклероз и возраст, М., «Медицина», 1972.
2. Гуревич М. И., Берштейн С. А. Гладкие мышцы сосудов и сосудистый тонус, Киев, «Наукова думка», 1972.
3. Гурковская А. В. Влияние поляризующего тока, а также безнатриевой и безкальциевой среды на электрическую и сократительную активность мышечных клеток воротной вены. — Физиол. журн. СССР, 1972, 65, 1.
4. Поджарисский К. М. Морфологические основы нарушения ритма сердечной деятельности при коронарном атеросклерозе, Л., «Наука», 1969.
5. Фролькис В. В. Регулирование, приспособление, старение, Л., «Наука», 1970.
6. Burnstock J. The autonomic neuromuscular junction. — Proc. intern. Union Physiol., Sci., 24 intern. Congr., Wash., 1968, 7.
7. Funakis Bohr D. Electrical and mechanical activity of isolated vascular smooth muscle of the rat. — Nature, 1964, 203, 192.