

of this information on the form of head, age and floor it is necessary to take into account at getting up and mobilization of shreds and transplants. However, because of considerable individual variation of digital values, a difference in possibilities in relation to deformation of different areas of head differs substantially.

Key words: biomechanics, flowage, shred, the head form.

Стаття надійшла 11.10.2010 р.

УДК 616.12:611.018.835:611.89:611.013.395

Ю. В. Сілкина

ФОРМУВАННЯ МІЖКЛІТИННИХ КОНТАКТІВ КАРДІОМІОЦИТАМИ У СКЛАДІ ПЕРЕДСЕРДНО-ШЛУНОЧКОВОГО ПУЧКА ТА КІНЦЕВИХ ВІДДІЛІВ ПРОВІДНОЇ СИСТЕМИ СЕРЦЯ ЩУРІВ

Дніпропетровська державна медична академія (м. Дніпропетровськ)

Робота виконана у межах наукової теми кафедри гістології ДДМА №0105U007831 «Аналіз нормального й аномального гістогенезу тканинних компонентів серцево-судинної системи людини та експериментальних тварин».

Вступ. Провідна система серця (ПСС) представляє собою ланцюг унікальних анатомічних структур, поєднаних між собою морфологічно та функціонально [5]. Передача імпульсу для скорочення від клітин вузлової частини ПСС до найвіддаленіших скоротливих кардіоміоцитів забезпечується особливою системою спеціалізованих міжклітинних з'єднань у складі провідних кардіоміоцитів [1,4], формування якої починається на ранніх етапах кардіогенезу і не завершується до народження [2]. Диференціювання провідних кардіоміоцитів, яке супроводжується паралельним утворенням між ними різного типу контактів, відбувається під дією генетичних факторів [6] і має чітку залежність від мікрорегіональних умов, що, відповідно, впливає і на швидкість «дозрівання» контактів [3]. Існує ряд категорій системи з'єднань, які на сьогодні не досить добре вивчені - у першу чергу, це характер динаміки кількісних параметрів різних видів контактів, а також їхні топологічні характеристики у складі різних видів провідних кардіоміоцитів.

Мета дослідження. Нашим завданням було вивчення хронології та якісно-кількісних характеристик міжклітинних контактів у провідних кардіоміоцитах в складі передсердно-шлуночкового пучка та шлуночкового і передсердного кінцевих відділів ПСС протягом кардіогенезу.

Об'єкт і методи дослідження. Досліджувалися серця ембріонів щурів протягом 14-21 тижня ембріогенезу (всього 37 об'єктів), а також серця

щурів після народження (всього 20 об'єктів). Використовували метод електронної мікроскопії.

Результати досліджень та їх обговорення. У структурі провідних кардіоміоцитів передсердно-шлуночкового пучка (ПШП) протягом 14-15 діб ембріонального розвитку спостерігалася незначна кількість міжклітинних з'єднань, які були представлені примітивними нексусами, десмосомами та зонами злипання. Вони відрізнялися між собою не тільки структурою, але і індивідуальною площею, яка мала найбільші показники для зон злипання – в середньому $6262,9 \pm 56,34$ ($p < 0,05$) nm^2 – завдяки більшій їхній довжині. До структури і десмосом, і зон злипання входили мембрани сусідніх кардіоміоцитів з електронно-щільною речовиною, накопичення якої відбувалося несиметрично у примембранних ділянках саркоплазми з боку обох мембран. Структура нексусів була важко досліджуваною у цей період, оскільки контакти мали дуже малі розміри і характеризувалися тільки початком утворення ущільнених мембранних пластинок (**рис.**).

У складі кардіоміоцитів субендокардіальних ділянок шлуночків та передсердь спостерігалися зони злипання та пальцеподібні контакти із незначною кількістю поодиноких десмосом та щільних контактів. Зони злипання були невеликими за довжиною та займали незначну площу - $5710,2 \pm 62,15$ nm^2 ($p < 0,05$) (наприклад, у складі клітин ПШП цей параметр складав $7323,5 \pm 78,48$ nm^2 ($p < 0,05$)).

Вони мали будову, подібну до структури у скоротливих кардіоміоцитах: міжмембранна щільна містила незначну кількість нерівномірно розподіленої електронно-щільної речовини; з боку кортикального шару цитоплазми кожної з клітин також спостерігалася неоднорідне накопичення

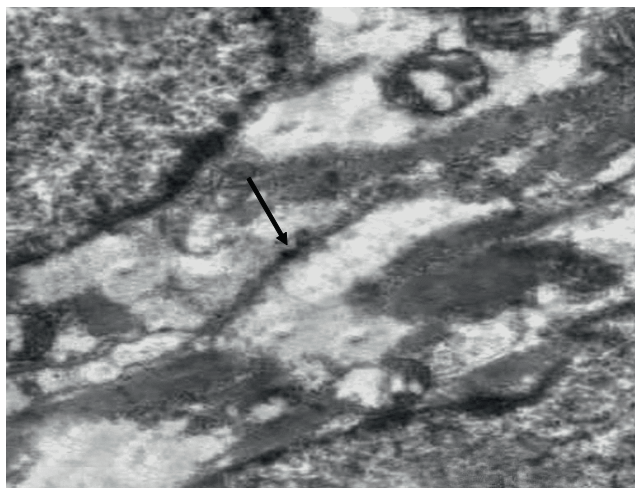


Рис. Мікрофотографія кардіоміоцита ПШП серця щура на 16 добу ембріогенеза. Зб.: $\times 30000$. Стрілкою вказаний точкоподібний нексус.

контрастної речовини. Десмосомні контакти локалізувалися біля зон злипання і склалися із невеликих потовщень мембрани кожної із контактуючих клітин з вмістом електронно-щільної речовини на території міжмембранної щілини.

Починаючи з 16 доби, у ділянках формування зон злипання спостерігався їхній територіальний зв'язок із міофібрилами. 16-18 доба ембріогенезу характеризувалася набуттям десмосомами та зонами злипання ознак диференційованих структур. Динаміка зростання кількості десмосомних з'єднань у складі провідних кардіоміоцитів ПШП мала повільний характер, однак чисельність цього виду контакту, порівняно із початковим періодом розвитку, збільшувалася на $35,5 \pm 3,0\%$ ($p < 0,05$) у проксимальній частині пучка та на $22,5 \pm 2,3\%$ ($p < 0,05$) - у дистальній. Кількість нексусів та зон злипання збільшувалася, відповідно, у 2,3 рази у проксимальній частині пучка та у 1,7 і 2 рази у дистальній.

Шлуночковий кінцевий відділ ПСС у період з 18 до 21 доби характеризувався активним зростанням площі десмосом (у 1,8 рази) ($p < 0,05$), у той час як для інших контактів був характерний повільний тип кривої динаміки показника. У передсердному кінцевому відділі найбільш активно збільшувалася площа нексусів - впродовж ембріонального періоду розвитку у 4,6 рази ($p < 0,05$); площа десмосоми в середньому збільшувалася за цей час у 3,9 рази ($p < 0,05$), а динаміка зростання параметру для зон злипання була менш виразною і відповідала збільшенню лише у 2,1 рази ($p < 0,05$).

Між кардіоміоцитами передсердно-шлуночкового пучка спостерігалася значна кількість щілинних контактів, розташованих на бічних поверхнях клітин, розміщених поодинокі або групами; розміщення групами було характерним для провідних клітин, що контактували із собі подібними, а рівномірне розрашування нексусів було притаманне клітинам, поверхня яких була наближена до скоротливих клітин (відстань

між сусідніми нексусами у такому разі становила 1-3 саркомери).

Аналіз динаміки зростання індивідуальної площі контактів у складі кардіоміоцитів ПШП у термін, наближений до народження, вказав на те, що найбільш активно її показник збільшувався для нексусів, що достовірно становило $56,2 \pm 5,2\%$, порівняно із 18 добою ембріонального розвитку; у той же час приріст площі зон злипання протягом того ж терміну був на $25,5 \pm 2,7\%$ ($p < 0,05$), а для десмосом лише $13,7 \pm 1,5\%$ ($p < 0,05$).

У кінцевих відділах провідної системи в цей час також відбувалося виразне зростання кількості контактів із відповідним збільшенням загальної та індивідуальної площі, яку вони займали. У першу чергу це стосувалося нексусів, які активно утворювалися у ділянках диференціювання вставних дисків в області контакту провідних та скоротливих кардіоміоцитів, та на бічних поверхнях провідних клітин при контакті їх між собою.

У серці новонароджених щурят та у перший тиждень після народження ми спостерігали зменшення відстані між мембранами у ділянках всіх видів з'єднань, значного збільшення товщини електронно-щільної речовини у зонах злипання, та помірного у ділянках десмосом. Індивідуальна площа кожного з контактів зростала, що відбивалося у збільшенні загальної площі контактуючої поверхні кожного кардіоміоцита. Загальна структура контактів не змінювалася, порівняно із попереднім досліджуваним строком.

У складі клітин кінцевого шлуночкового відділу ПСС протягом першого тижня після народження відбувалася зростання загальної кількості контактів - на $26,4 \pm 2,5\%$, $41,9 \pm 4,2\%$ та $15,9 \pm 1,9\%$ для нексусів, десмосом та зон злипання відповідно ($p < 0,05$), а також збільшення індивідуальної і, відповідно, загальної площі. Подібний напрямок змін був притаманний і контактам у складі кардіоміоцитів передсердного кінцевого відділу ПСС.

Висновки.

1. Найбільш важливим періодом становлення системи міжклітинних з'єднань у клітинах ПШП та кінцевих відділів ПСС є період перед та одразу після народження, коли відбувається стрімке зростання кількості контактів.

2. Процес утворення зон злипання та десмосом у складі клітин ПШП не мав виразних сплесків активності, а перебігав досить рівномірно протягом всього терміну розвитку. Утворення нексусів тут активно відбувалося у термін, наближений до народження, а також після народження, що може бути пов'язане із зростанням активності серцевого м'яза загалом.

3. Процеси диференціювання міжклітинних контактів у складі провідних клітин кінцевих відділів ПСС відбувалися паралельно, співпадаючи за активністю у термінах і завершуючись до кінця першого місяця життя.

4. Динаміка зміни кількісних параметрів у шлуночковому відділі мала сходоподібний характер (із періодами зростання та зменшення активності), а у передсердному - більш плавний характер із відносно рівномірним розповсюдженням спеціалізованих з'єднань по контактним поверхням.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому планується дослідження процесу формування системи міжклітинних контактів у серці в експерименті під дією патологічних чинників.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Косарева В. П. Структурные особенности межклеточных контактов кардиомиоцитов куриных эмбрионов / В. П. Косарева // Астраханский медицинский вестник. — 2005. — № 2. — С. 14–16.
2. Морфология развивающегося сердца (структура, ультраструктура, метаболизм / [Козлов В. А., Твердохлеб И. В., Шпонька И. С., Мишалов В. Д.]. — Днепропетровск : "Пороги", 1995. — 220 с.
3. Непомнящих Л. М. Ультраструктура сократительного аппарата кардиомиоцитов при регенераторно-пластической недостаточности миокарда / Л. М. Непомнящих, Е. Л. Лушникова, Д. Е. Семенов // Бюлл. exper. биол. и мед. — 2001. — Т. 131, № 3. — С. 347–352.
4. Павлович Е. Р. Сравнительный ультраструктурный анализ капиллярной проводящей и сократительной миокарда синоаурикулярной области сердца у внезапно умерших от коронарной болезни сердца и алкогольной кардиомиопатии / Е. Р. Павлович // Арх. патол. — 2000. — № 2. — С. 13–19.
5. Anderson R. The anatomy of the cardiac conduction system / R. Anderson, J. Yanni, M. Boyett // Clin. Anat. — 2009. — Vol. 22, № 1. — P. 99–113.
6. Development of the cardiac pacemaking and conduction system / R. Gourdie, B. Harris, J. Bound [et al.] // Birth Defects Res. — 2003. — Vol. 69. — P. 46–57.

УДК 616.12:611.018.835:611.89:611.013.395

ФОРМУВАННЯ МІЖКЛІТИННИХ КОНТАКТІВ КАРДІОМІОЦИТАМИ У СКЛАДІ ПЕРЕДСЕРДНО-ШЛУНОЧКОВОГО ПУЧКА ТА КІНЦЕВИХ ВІДДІЛІВ ПРОВІДНОЇ СИСТЕМИ СЕРЦЯ ЩУРІВ

Сілкіна Ю. В.

Резюме. Були досліджені серця щурів на етапах пре- та постнатального розвитку за допомогою метода електронної мікроскопії. Встановлено, що у складі кардіоміоцитів передсердно-шлуночкового пучка та шлуночкового і передсердного кінцевих відділів провідної системи найбільш чисельні є нексуси. Період, у який відбувається найбільш активне зростання кількості контактів, припадає на термін від 20 доби ембріогенезу до 7 доби після народження.

Ключові слова: кардіоміоцити, міжклітинні контакти, провідна система, ембріогенез.

УДК 616.12:611.018.835:611.89:611.013.395

ФОРМИРОВАНИЕ МЕЖКЛЕТОЧНЫХ КОНТАКТОВ КАРДИОМИОЦИТАМИ ПРЕДСЕРДНО-ЖЕЛУДОЧКОВОГО ПУЧКА И КОНЕЧНЫХ ОТДЕЛОВ ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ СЕРДЦА КРЫСЫ

Силкина Ю. В.

Резюме. Были исследованы сердца крыс на этапах пре- и постнатального онтогенеза с помощью метода электронной микроскопии. Установлено, что в составе кардиомиоцитов предсердно-желудочкового пучка и конечных отделов проводящей системы наиболее многочисленными являются нексусы. Период, характеризующийся наиболее активным увеличением количества межклеточных соединений приходится на срок с 20 суток эмбриогенеза до 7 суток после рождения.

Ключевые слова: кардиомиоциты, межклеточные контакты, проводящая система, эмбриогенез.

UDC 616.12:611.018.835:611.89:611.013.395

FORMATION of the INTERCELLULAR JUNCTIONS in ATRIOVENTRICULAR BUNDLE CARDIOMYOCYTES and CARDIOMYOCYTES TERMINAL DEPARTMENTS of CONDUCTION SYSTEM in RAT HEART

Silkina Yu.V.

Summary. Rat hearts were observed during prenatal and postnatal periods using electron microscopy. Cardiomyocytes formation gap junction, what is the most numerous. Period since 20 day prenatal for 7 day postnatal ontogenesis is very active in the case of quantitative characteristics of intercellular junctions.

Key words: cardiomyocytes, intercellular junctions, conductive system, embryogenesis.

Стаття надійшла 20.10.2010 р.