

А. Е. Прощина, Ю. С. Кривова, Е. С. Савельева, Д. А. Отлыга, С. В. Савельев

ПЛАСТИНЧАТЫЕ ТЕЛЬЦА (ФАТЕРА—ПАЧИНИ) В ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЕ ЧЕЛОВЕКА

Лаборатория развития нервной системы (зав. — проф. С. В. Савельев), ФГБНУ «Научно-исследовательский институт морфологии человека», Москва

Цель — изучить локализацию пластинчатых телец (телец Фатера—Пачини — ТФП) при развитии поджелудочной железы (ПЖ) человека, а также при сахарном диабете 2-го типа.

Материалы и методы. Исследован материал ПЖ, полученный на аутопсии 38 плодов с 10-й по 27-ю неделю развития, 6 недоношенных и 2 доношенных новорожденных детей и 65 взрослых людей, из которых 18 страдали сахарным диабетом 2-го типа. Срезы были окрашены гематоксилином и эозином и по Маллори. Также были поставлены иммуногистохимические реакции с маркерами, применяющимися для выявления ТФП: антителами к нейронспецифической енолазе (NSE), белку S100 и виментину. Всего было исследовано свыше 1000 срезов.

Результаты. Показано, что ТФП в ПЖ человека являются случайной находкой: из всех изученных образцов нам удалось выявить ТФП только у новорожденного ребенка с диабетической фетопатией.

Выводы. ТФП не могут играть большой роли в сенсорной иннервации ПЖ у человека.

Ключевые слова: тельца Фатера—Пачини, поджелудочная железа, онтогенез человека, сахарный диабет, диабетическая фетопатия

Боль является основным клиническим симптомом у большинства (73–93 %) людей, страдающих раком поджелудочной железы (ПЖ) и хроническим панкреатитом [9]. Предполагается, что к сильным болевым ощущениям приводит продолжительное давление, возникающее в органе. Висцерально-рецепторный аппарат ПЖ представляет собой сложный комплекс свободных нервных окончаний и специализированных рецепторов, которые обладают рядом функциональных особенностей. Считается, что основной функцией суммации давления на паренхиматозные органы обладает тельце Фатера—Пачини (ТФП, пластинчатое тельце, *corpusculum lamellosum*).

ТФП — сложный инкапсулированный нервный рецептор. Тельца имеют овальную форму: длина составляет 0,5–1,5 мм, а ширина — 0,5–1 мм [7]. Таким образом, ТФП могут быть различимы невооруженным глазом. На микроскопическом срезе эти тельца напоминают луковицу, так как состоят из слоев концентрических пластинок. Снаружи ТФП покрыты капсулой, которая образована уплощенными фибробластами и коллагеновыми волокнами. В капсуле разными авторами были также выявлены нервы и кровеносные сосуды [4, 7]. Под капсулой расположена сердцевина, состоящая из внутренней и наружной колб (луковиц). Пластины во внут-

ренней колбе упакованы плотнее, в то время как в наружной — слои лежат более разрежены. В наружной колбе пластинки образованы клетками плоского эпителия, а между пластинками расположено пространство, заполненное, в том числе, фибриллами коллагена. Зачастую в наружной колбе можно насчитать до 30 слоев и более [4]. Между внутренней и наружной колбами ряд исследователей выделяют промежуточную зону, состоящую из 2 или 3 слоев [10]. Эта зона лучше всего различима в развивающихся ТФП и предполагается, что она является зоной роста [4]. Внутренняя колба представлена слоями, образованными модифицированными леммоцитами [8, 14, 15]. Между слоями также были выявлены волокна коллагена и межклеточная жидкость [10, 15]. Внутренняя луковица окружает нервное волокно, ориентированное параллельно длинной оси тельца. По своей природе эти нервные окончания являются терминалями рецепторных аксонов псевдоуниполярных нейронов спинномозговых ганглиев [3, 6, 7, 14], которые идут в общих стволах с эффекторными нервными волокнами. Начальный участок миелиновой оболочки и первый перехват Ранвье, где формируется нервный импульс, располагаются внутри капсулы. Эндоневрий нервного волокна переходит в капсулу ТФП [6]. В 1896 г. в казанской гистологи-

Сведения об авторах:

Прощина Александра Евгеньевна (e-mail: proschina@mtu-net.ru), Кривова Юлия Сергеевна, Савельева Екатерина Сергеевна, Отлыга Дмитрий Александрович, Савельев Сергей Вячеславович, лаборатория развития нервной системы, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт морфологии человека», 117418, Москва, ул. Цюрупы, 3

ческой лаборатории Д. А. Тимофеев обнаружил в пластинчатых тельцах более тонкое дополнительное нервное волокно (цит. по В. Н. Швалеву [2]). В дальнейшем эти данные были подтверждены рядом других исследователей [4].

Таким образом, сейчас принято считать, что ТФП состоят из 6 основных компонентов: нервного волокна, его миелиновой оболочки, внутренней луковичи, промежуточной зоны, наружной луковичи и внешней капсулы. Следовательно, часть из структур ТФП не являются производными нервной системы и иногда объединяются под названием «капсула» [10]. Именно такое описание встречается во многих отечественных учебных пособиях.

В функциональном плане ТФП являются первично чувствующими механорецепторами. Рецепторы этого типа не имеют синаптических окончаний между сенсорной мембраной и местом генерации потенциала действия [4]. Предполагаемая функция этого рецептора заключается в передаче информации о вибрационных стимулах [5, 7]. В то же время, в ряде работ сообщается о реакции ТФП на давление [4, 6, 12, 13]. Давление на капсулу передается через заполненные жидкостью пространства между пластинками на внутреннюю луковичу и воспринимается безмиелиновыми волокнами во внутренней луковиче. ТФП относят к быстро адаптирующимся низкопороговым рецепторам с большим рецептивным полем [6].

ТФП широко распространены в соединительной ткани тела млекопитающих [4, 15]. Типичны для соединительной ткани кожи, особенно не имеющей волосяного покрова (пальцы, ладонная поверхность кисти и подошвенная поверхность стопы), а также кожи наружных половых органов и молочных желез. ТФП были также выявлены в капсулах суставов, брыжейке, стенке мочевого пузыря и соединительнотканых оболочках внутренних органов, т.е. в местах, которые могут подвергаться деформации давлением [4, 6].

О существовании ТФП в ПЖ известно уже давно: первоначально механорецепторы в ПЖ кошки были описаны W. Krause и R. Virchow, позже L. Petrini (1892) и A. Koelliker (1902) сообщили об аналогичных выводах (цит. по Н. Seto, S. Utsushi [11] и J. Standop и соавт. [13]). В современной доступной литературе только единичные исследования сообщают о наличии ТФП в ПЖ млекопитающих [10, 13]. Недавно L. Pawson и соавт. [10] показали, что анатомия и физиология кошачьих ТФП из ПЖ и из подушек лап схожи.

В ПЖ человека тельца Пачини были выявлены еще в начале XX в. [11, 13]: в 1912 г. практически одновременно W. Ceelens и Л. В. Соболев доказали их существование в ПЖ, хотя и в очень ограниченном количестве. В 1912 г. W. Ceelens предположил, что тельца локализируются в основном в головке ПЖ, тогда как Л. В. Соболев сообщил об их локализации в хвосте ПЖ человека (цит. по J. Standop и соавт. [13]).

Несмотря на то, что факт обнаружения ТФП в ПЖ человека приведен во многих учебных пособиях по гистологии, в современной доступной литературе описаны всего 3 случая подобных находок (причем все — при раке ПЖ). В настоящее время недостаточно известно как о строении, так и о распределении ТФП в ПЖ. В работе J. Standop и соавт. [13] были исследованы образцы ПЖ, полученные от 20 человек, не страдавших патологиями ПЖ, и от 20 — оперированных по поводу рака ПЖ. В этом исследовании ТФП были обнаружены только в образце головки ПЖ у 76-летней женщины, больной раком, но не в остальных 39 случаях. В другой работе [6] были получены образцы ПЖ во время операции по удалению рака ПЖ у 2 мужчин 33 и 48 лет. Многочисленные ТФП были обнаружены в обоих случаях в соединительной ткани железы.

В настоящее время нет консенсуса в отношении функции ТФП в ПЖ. Предполагается, что они могут играть роль в ощущении давления и вибрации, регулировке кровяного давления и лимфатического тока, а также в нейрональной регуляции экзокринной и эндокринной секреции [11, 13]. Некоторые авторы считают, что ТФП участвуют в возникновении болей при различных патологиях ПЖ, таких как рак и панкреатит.

Также очень мало известно о развитии ТФП в ПЖ. По этому вопросу нам удалось найти лишь одну работу [11]. В то же время, ТФП в коже человека были обнаружены уже в конце 3-го месяца пренатального развития [1], а у мышей — на 19-е сутки эмбрионального развития, т.е. за 2 сут до рождения [15].

Наша работа была проведена в рамках большой темы по исследованию неврологических механизмов регуляции эндокринной секреции ПЖ. Как показал анализ литературы, сведения о морфогенезе ТФП в развитии ПЖ человека и при нарушениях углеводного обмена отсутствуют. Целью настоящего исследования было изучить локализацию ТФП при развитии ПЖ человека, а также при сахарном диабете 2-го типа.

Материал и методы. Исследование проведено на аутопсийном материале из коллекции лаборатории развития нервной системы ФГБНУ «Научно-исследовательский

институт морфологии человека». В работе по изучению ТФП в ПЖ во время пренатального и неонатального развития человека был использован материал, полученный от 38 плодов с 10-й по 27-ю неделю развития, 6 недоношенных новорожденных детей, проживших от нескольких часов до 13 сут, и 2 доношенных новорожденных детей.

Из исследованных образцов выделена группа, представленная материалом ПЖ 5 плодов и новорожденных с диагностированной диабетической фетопатией. Для исследования ТФП в ПЖ взрослых людей использованы аутопсийные образцы ПЖ 47 взрослых людей, не страдавших нарушениями углеводного обмена (возраст от 22 до 90 лет) и 18 человек, страдавших при жизни, по клиническим данным, сахарным диабетом (СД) 2-го типа (возраст от 42 до 82 лет). На проведение исследования получено разрешение этического комитета НИИ морфологии человека (протокол № 3А от 17.01.2006 г.).

Для приготовления гистологических препаратов использовали: пищеварительный тракт плодов 10–11-недельного возраста; целую ПЖ плодов с 12-й по 23-ю неделю; кусочки из тела и хвостовой части ПЖ размером до 1×1×0,5 см после 24-й недели и взрослых людей.

Так как работа проводилась в течение длительного времени, срезы были взяты с разных уровней образцов. Для всех исследованных образцов на срезах толщиной 10 мкм были приготовлены обзорные гистологические препараты, окрашенные гематоксилином и эозином и по Маллори (выявление соединительной ткани). Также были поставлены иммуногистохимические (ИГХ) реакции с маркерами, применяющимися для выявления ТФП [3, 6, 13–15]: с антителами к нейронспецифической енолазе [NSE, мышинные моноклональные антитела (ММА), клон E27, ThermoScientific, США, разведение — 1:200], белку S100 [кроличьи поликлональные антитела (КПА), ThermoScientific, США, разведение — 1:100] и виментину (кроличьи моноклональные антитела, ThermoScientific, США, разведение 1:50).

Выявление NSE и S100b проводилось в течение 45 мин при комнатной температуре. В качестве вторых антител использовали систему визуализации UltraVision Detection System Anti-polyvalent, HRP/DAB (Lab Vision, США) согласно протоколу производителя. На заключительном этапе срезы обрабатывали раствором хромогена (DAB, Lab Vision, США). С антителами к виментину срезы инкубировали в течение 24 ч при температуре +4 °С. В качестве вторичных антител применяли AlexaFluor®555 goat anti-rabbit IgG (H+L) (Molecular Probes®; Thermo Fisher Scientific Inc., США), с которыми срезы инкубировали в течение 2 ч при температуре +37 °С.

Для более детального изучения распределения ТФП в ПЖ человека были проведены реакции двойного ИГХ-окрашивания. В работе использованы антитела и системы детекции фирмы «ThermoScientific», США (если не указано другое). На образцах ПЖ людей (в том числе в развитии и при СД) на срезах были поставлены следующие реакции: NSE (ММА)+глюкагон (КПА, 1:100), NSE (ММА)+инсулин (КПА, Santa Cruz, США, 1:1000), инсулин (ММА, 1:400)+S100 (КПА); NSE (ММА)+S100 (КПА). Для выявления указанных антигенов использована система детекции MultiVision Polymer Detection System: MultiVision anti-rabbit/HRP+anti-mouse/AP polymers.

С той же целью проведено иммунофлюоресцентное окрашивание с применением ММА к инсулину и глюкагону (Sigma, Израиль) и белку S100 (КПА). Вторые антитела

в этом случае были козы антитела против мыши (FITC) и против кролика (TRITC) (Santa Cruz, США). Окраску ядер проводили при помощи DAPI (Santa Cruz, США).

Отрицательным контролем были реакции на срезах ПЖ человека при замене первых антител фосфатным буфером. Положительным контролем служили срезы с аутопсий головного мозга человека и срезы ПЖ беспородной 4-месячной кошки из коллекции нашей лаборатории. Препараты с ИГХ-реакциями на срезах ПЖ кошки подкрашивали метиленовым зеленым.

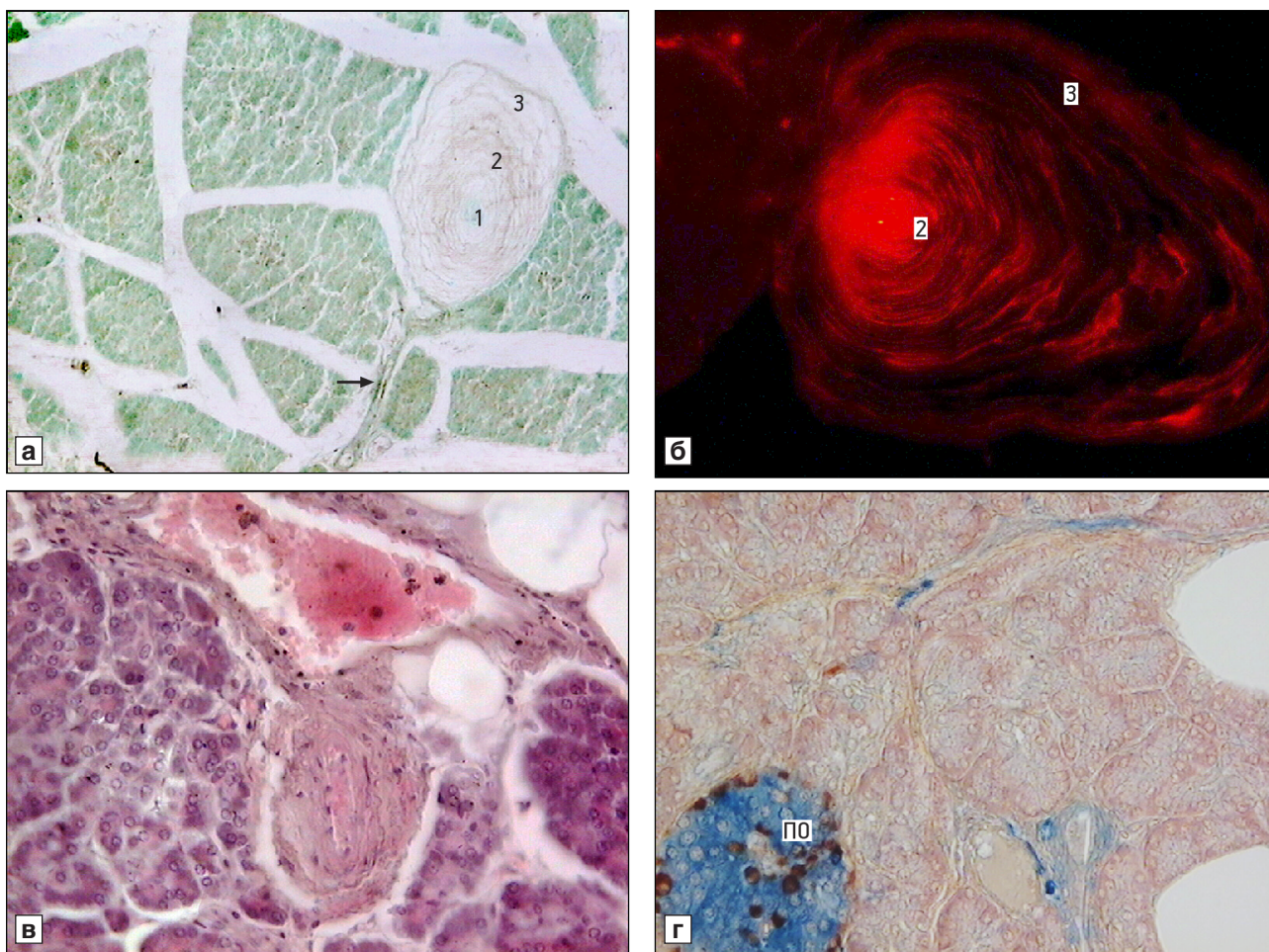
Полученные препараты изучали при помощи светового (Leica DM, Leica, Германия) и флюоресцентного (Micromed 3 LUM LED; Ningbo Sheng Heng Optics & Electronics Co., Ltd., Gao Qiao, Yin, Ningbo, Китай) микроскопов, оснащенных системами видеозахвата. Всего было исследовано более 1000 срезов.

Результаты исследования. Выявление ТФП на срезах ПЖ кошки не представляло никаких трудностей (в одном поле зрения микроскопа при увеличении 40 мы могли выявить от 1 до 3 ТФП одновременно).

Инкапсулированные тельца в ПЖ у кошки были размером от 0,5 до 1 мм. Тельца были окружены ацинусами и соединительной тканью. Хорошо выявлялись все компоненты ТФП: нервное окончание, внутренняя колба, промежуточная зона, наружная колба и капсула (рисунк, а).

У людей ТФП было обнаружено только на одном срезе из более чем 1000 исследованных новорожденных детей с диагностированной диабетической фетопатией на срезе, маркированном антителами к виментину. Выявленное тельце было размером приблизительно 190×160 мкм и располагалось в соединительнотканной капсуле железы. На препарате хорошо видно деление на внутреннюю и наружную колбу. В центре ТФП виментин-позитивные пластинки были упакованы плотнее, формируя внутреннюю колбу. На периферии ТФП их расположение было менее плотным (см. рисунок, б). Тельце окружено капсулой.

Как уже было сказано выше, нам не удалось выявить ТФП на остальных срезах ни на препаратах, окрашенных по классическим гистологическим методикам, ни при ИГХ. При этом на исследованных срезах была получена четкая позитивная реакция на общенейральные маркеры и виментин. Локализация двух общенейральных маркеров (белка S100 и NSE) в структурах нервной системы различна. В нервах NSE-позитивные волокна формируют сердцевину, в то время как S100+леммоциты окружают их. Крупные клетки ганглиев были NSE-позитивны, а мелкие, окружающие их сателлитные клетки — S100-позитивны. Иммунопозитивную реакцию на виментин наблюдали в клетках соединительной ткани, эндотелии и глиальных клетках (леммоцитах в пучках нервных волокон и сателлитных клетках в ганглиях).



Тельца Фатера—Пачини (а, б) и периваскулярное нервное сплетение (в, г) в поджелудочной железе.

а — кошка; стрелка — нервное окончание; б — новорожденный ребенок с диабетической фетопатией, на изображениях видны основные структуры тельца Фатера—Пачини. 1 — центральный аксон; 2 — внутренняя колба; 3 — наружная колба и капсула; в — женщина, 76 лет, сахарный диабет 2-го типа; г — мужчина, 62 года. ПО — панкреатический островок. а — ИГХ на антитела к NSE; б — ИГХ на антитела к виментину; в — гематоксисин и эозин; г — двойная ИГХ на антитела к NSE (голубой) и глюкагону (красный). Ув.: а — 100; б-г — 400

На некоторых из изученных гистологических препаратов мы выявляли структуры, сходные по своему строению с ТФП (см. рисунок, в, г). Иногда в таких структурах можно выявить картины, напоминающие добавочный нерв ТФП (см. рисунок, г). Эти структуры, однако, были меньшего размера, а при анализе серийных срезов и на ИГХ-препаратах было обнаружено, что это всего лишь срезы через периваскулярные нервные сплетения.

Обсуждение полученных данных. Иммуногистохимические характеристики ТФП хорошо известны [3, 14, 15]. Каждый из компонентов тельца может быть селективно окрашен. Центральные аксоны ТФП экспрессируют нейрональные маркеры. С помощью таких маркеров, как гликолитический фермент NSE и нейрофиламенты, можно селективно окрасить центральное нервное окончание и добавочные нервы [8, 10,

14], в то время как нейрон-специфический тубулин может быть обнаружен и во внутренней колбе. В пластинках внутренней колбы обнаруживают белки, характерные для лимфоцитов, такие как кальций-связывающий белок S100 [10]. Для наружной колбы и капсулы характерными являются белки, обнаруживаемые в эндо- и перинервии [3]. Актин окрашивает одновременно все структуры ТФП в ПЖ у кошки [10].

Данные, полученные при ИГХ-исследованиях ТФП в коже человека и ПЖ кошки, были применены к ТФП из ПЖ человека [6, 13]. В работе J. Standop и соавт. [13] центральный аксон окрашивался в ИГХ-реакции с антителами к NSE и нейрофиламентами, внутренняя колба — с антителами к белку S100, с антителами к цитохромам иммунореактивность была обнаружена в пластинках как внешней, так и внутренней луковицы, а также в добавочном нерве. В более поздней

работе О. García-Suárez и соавт. [6] в центральном аксоне ТФП в ПЖ человека выявлена иммуно-позитивная реакция с антителами к белковому продукту гена 9,5 (PGP 9,5) и NSE, во внутренней колбе — с антителами к белку S100 и глиальному фибриллярному кислому белку (GFAP). Одновременно внешняя и внутренняя луковицы, а также капсула были иммунопозитивны в реакциях с антителами к виментину и рецептору фактора роста нервов (p75NTR). При этом все структуры ТФП давали позитивную реакцию на нейротрофные рецепторные тирозинкиназы А и В (TrkA, TrkB).

Наше исследование подтвердило, что выявление ТФП в ПЖ кошек не представляет затруднений. Хотя целью исследования не было детальное изучение телец у кошки, на срезах были выявлены все описанные другими авторами структуры ТФП. В то же время, в результате настоящего исследования было показано, что ТФП в ПЖ человека являются случайной находкой: из всех изученных случаев нам удалось выявить ТФП только у новорожденного ребенка с диагностированной диабетической фетопатией и только на одном срезе с иммунофлюоресцентной реакцией на виментин. Насколько можно судить из данных литературы, это первое изображение ТФП в ПЖ человека, полученное таким образом. Кроме этого, мы подтвердили данные О. García-Suárez и соавт. [6] о позитивном окрашивании внешней и внутренней луковиц и капсулы ТФП в ПЖ человека в ИГХ-реакции с антителами к виментину.

Обнаружение нами ТФП только в одной из исследованных 111 аутопсий ПЖ (и только на одном срезе из более чем 1000 исследованных) свидетельствует о том, что эти рецепторы крайне малочисленны в ПЖ человека и поэтому редко выявляются при рутинном патологическом исследовании. Это подтверждают данные, полученные в работе J. Standop и соавт. [13], в которой сообщается о выявлении только одного ТФП в гистологическом исследовании 40 образцов ПЖ. Однако при некоторых плоскостях прохождения среза при использовании рутинных методов окраски периваскулярное нервное сплетение может давать сходные картины с ТФП. Для внесения ясности в этот вопрос необходимо использовать серийные срезы либо применять специальные иммуногистохимические методы. Другим интересным моментом является то, что все ТФП в ПЖ человека были выявлены при патологиях ПЖ: 3 случая при раке ПЖ и один — в нашем исследовании при диабетической фетопатии. Возможно, что появление в ПЖ ТФП является маркером патологических процессов в ПЖ.

Хотя, как уже говорилось выше, роль ТФП в ПЖ неизвестна, некоторые авторы считают, что они могут быть причиной ощущения болей в брюшной полости [13]. Данные нашего исследования свидетельствуют о том, что ТФП не могут играть большой роли в сенсорной иннервации ПЖ человека ввиду своей малочисленности.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования: А. Е. П., Ю. С. К., С. В. С.

Сбор и обработка материала: А. Е. П., Ю. С. К., Е. С. С., Д. А. О.

Анализ и интерпретация данных: А. Е. П., Ю. С. К., Е. С. С.

Написание и редактирование текста: А. Е. П., Ю. С. К., С. В. С.

Авторы заявляют об отсутствии в статье конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отеллин А.А., Машанский В.Ф., Миркин А.С. Тельце Фатера—Пачини: структурно-функциональные особенности. Л.: Наука, 1976. 175 с. [Otelin A.A., Mashansky V.F., Mirkin A.S. Pacinian corpuscles: structural and functional features. Leningrad.: Nauka, 1976. 175 p. In Russ.].
2. Швалева В.Н. Мировое значение Казанской нейрогистологической школы. Заслуги ее руководителя профессора А.Н. Миславского и сохранение ее традиций в последующих исследованиях // Казанский медицинский журнал. 2013. Т. 94 (3). С. 424–429 [Shvalev V.N. The global impact of Kazan neurohistology school and its founder professor A.N. Mislavsky; cherishing the traditions in further studies // Kazanskii meditsinskii zhurnal. 2013. Vol. 94, № 3. P. 424–429 In Russ.].
3. Albuérne M., De Lavallina J., Esteban I., Naves F.J., Silos-Santiago I., Vega J.A. Development of Meissner-like and Pacinian sensory corpuscles in the mouse demonstrated with specific markers for corpuscular constituents // Anat. Rec. 2000. Vol. 258, № 3. P. 235–242.
4. Bell J., Bolanowski S., Holmes M.H. The structure and function of Pacinian corpuscles: a review // Prog. Neurobiol. 1994. Vol. 42, № 1. P. 79–128.
5. Fleming M.S., Li J.J., Ramos D., Li T., Talmage D.A., Abe S.I., Arber S., Luo W. Schwann cells. A RET-ER81-NRG1 Signaling Pathway Drives the Development of Pacinian Corpuscles // J. Neurosci. 2016. Vol. 36 (40). P. 10337–10355.
6. García-Suárez O., Calavia M.G., Pérez-Moltó F.J., Alvarez-Abad C., Pérez-Piñera P., Cobo J.M., Vega J.A. Immunohistochemical profile of human pancreatic pacinian corpuscles // Pancreas. 2010. Vol. 39, № 3. P. 403–410.
7. Hunt C.C. The Pacinian Corpuscle. In: Hubbard J. I. (ed) The Peripheral Nervous System. Boston: Springer, MA, 1974. 530 p.
8. Iwanaga T., Fujita T., Takahashi Y., Nakajima T. Meissner's and Pacinian corpuscles as studied by immunohistochemistry for S-100 protein, neuron-specific enolase and neurofilament protein // Neurosci. Lett. 1982. Vol. 31, № 2. P. 117–121.
9. Lindsay T.H., Halvorson K.G., Peters C.M., Ghilardi J.R., Kuskowski M.A., Wong G.Y., Mantyh P.W. A quantitative analysis of the sensory and sympathetic innervation of the mouse pancreas // Neuroscience. 2006. Vol. 137, № 4. P. 1417–1426.

10. Pawson L., Slepecky N.B., Bolanowski S.J. Immunocytochemical identification of proteins within the Pacinian corpuscle // *Somatosens. Mot. Res.* 2000. Vol. 17, № 2. P. 159–170.
11. Seto H., Utsushi S. Innervation, especially sensory innervation of pancreas in human embryo // *Arch. Histol. Japon.* 1953. Vol. 5. P. 283–288.
12. Shade J.P., Ford D.H., 1973. *Basic Neurology: An Introduction to the Structure and Function of the Nervous System*. 2nd revised edition. Amsterdam: Elsevier, 269 p.
13. Standop J., Ulrich A., Schneider M.B., Andrén-Sandberg A., Pour P.M. Pacinian corpuscle in the human pancreas // *Pancreas*. 2001. Vol. 23, № 1. P. 36–39.
14. Vega J.A., Haro J.J., Del Valle M.E. Immunohistochemistry of human cutaneous Meissner and pacinian corpuscles // *Microsc. Res. Tech.* 1996. Vol. 34, № 4. P. 351–361.
15. Zelena J. *Nerves and Mechanoreceptors*. London, England: Chapman and Hall, 1994.

Поступила в редакцию 14.03.2018

Получена после доработки 22.05.2018

LAMELLAR CORPUSCLES (OF VATER—PACINI) IN HUMAN PANCREAS

*A. Ye. Proshchina, Yu. S. Krivova, Ye. S. Saveliyeva,
D. A. Otlyga, S. V. Saveliyev*

Objective — to study the localization and morphogenesis of Pacinian corpuscles (PC) during human pancreatic development, as well in type 2 diabetes mellitus.

Materials and methods. Autopsy material was obtained from 42 fetuses and neonates aged from 10th to 40th weeks of gestation and of 65 adults, 18 of whom suffered from type 2 diabetes mellitus. Sections were stained with hematoxylin and eosin and using Mallory method. Immunohistochemical reactions were also performed with markers commonly used to identify PC: antibodies against vimentin, neuron specific enolase (NSE) and S100 protein. A total of more than 1000 sections were examined.

Results. PC were shown to be rare finding in the human pancreas: we have detected PC only in one pancreatic section of a newborn with diagnosed diabetic fetopathy.

Conclusions. PC cannot play a significant role in the sensory innervation of human pancreas.

Key words: *Pacinian corpuscles, pancreas, human development, type 2 diabetes mellitus, diabetic fetopathy*

Laboratory of Nervous System Development, Research Institute of Human Morphology, 3 Tsurupy St., Moscow 117418