

Инженерия для освоения космоса

ПОРТАТИВНАЯ ИНГАЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДОЗИРОВАННОЙ ДОСТАВКИ ИНСУЛИНА

Спиридонова А.К., Жук В.В., Нам И.Ф.
Научный руководитель: Нам И.Ф., доцент, к.т.н.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: alyona.avot@yandex.ru

PORTABLE INHALATION SYSTEM FOR A DOSED INSULIN SUPPLY

Spiridonova A.K., Zhuk V.V.
Scientific Supervisor: Associate Professor, Ph.D. Nam I.F.
Tomsk Polytechnic University
Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: alyona.avot@yandex.ru

Интенсивная инсулинотерапия необходима для контроля состояния пациентов с диабетом. Несмотря на постоянное усовершенствование инсулинотерапии, все ещё существует проблема неудобства режимов многократных инъекций инсулина. Целью данной работы является создание системы, позволяющей осуществлять ингаляцию инсулина.

Intensive insulin therapy is necessary for the control of a condition diabetic patients. Despite the constant improvement of insulin therapy, there is still the problem of discomfort repeated regimes of insulin injections. The objective of this work is to create a system that allows the inhalation of insulin.

Сахарный диабет – это тяжелое хроническое заболевание, которое уменьшает срок жизни человека в среднем на 13 лет. Диабет в 2-4 раза увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний, таких как инфаркт миокарда, инсульт и др. Кроме того, он приводит к развитию слепоты, хронической почечной недостаточности, ампутациям конечностей. Сахарный диабет располагается на шестом месте среди причин смерти, а если при этом учесть заболевания, приобретенные при этой болезни и регистрирующиеся в качестве причин смертности отдельно, можно утверждать, что смертность при нем намного выше. Следует также отметить, что лечения сахарного диабета очень дорогостоящая и болезненная процедура [1, 4].

Все вышеперечисленное объясняет важность разработки современного эффективного и безболезненного метода доставки инсулина в организм пациента больного сахарным диабетом. Данная технология направлена на снижения смертности больных, повышения качества их жизни и уменьшения затрат системы здравоохранения. Ингаляционное введение инсулина в настоящее время система ингаляционного введения инсулина, является инновационным методом, в котором заинтересованы как врачи, так и сами пациенты, больные сахарным диабетом. Все это обусловлено тем, что при всей эффективности инъекционных способов введения инсулина, пациенты испытывают дискомфорт от необходимости постоянных инъекций. Эта проблема приводит к тому, что больные всячески стараются избежать применения инсулина, что обуславливает длительное (порой годами) течение диабета с некомпенсированной гипергликемией. «Страх иглы» у пациентов на сегодня явно недооценивается: до 70% пациентов из тех, кто нуждаются в инсулине, не желают переходить на инсулинотерапию; 70% из тех, кто уже принимают инсулин, против увеличения числа инъекций. Этим объясняется страх пациентов перед инсулинотерапией, но ни в коем случае не оправдывает отказ от инсулина в тех случаях, когда без него нельзя обойтись [3, 5].

Методы доставки инсулина

На данный момент существует огромное количество препаратов и способов их введения для инсулинотерапии, более того, данный список постоянно растет. Наиболее распространенным способом введения инсулина являются подкожные инъекции с использованием стандартных шприцов и игл. В

течение последних двух десятилетий было сделано большое количество попыток разработки других способов введения [2].

1. Инсулиновые шприц-ручки. Эта система внешне напоминает шариковую ручку с одноразовым картриджем, содержащем лекарство (обычно 300 единиц инсулина). Необходимое количество единиц инсулина набирается путем поворота нижнего сегмента ручки. Игла располагается в месте кончика ручки и меняется перед каждым использованием. Доставка четко фиксированного количества лекарства и введение иглы только под кожу обеспечивается за счет спускового механизма.
2. Инсулиновая помпа. В состав инсулиновой помпы входит насос, питающийся от батарейки, резервуар для лекарства и компьютерный чип, позволяющий пациенту контролировать количество вводимого в организм лекарственного препарата. Инсулиновая помпа работает по следующей технологии: Инсулин проходит в организм пациента через полую мягкую иглу, соединенную с насосом тонкой пластиковой трубкой. Игла вставляется под кожу пациента (чаще всего на животе) и меняется с периодичностью в два дня.
3. Ингаляционный инсулин. Капсулу с порошковый или жидким инсулином вводят в ингалятор небольших размеров, далее пользователь вдыхает лекарственный препарат методом ингаляции. Особенностью данной технологии является то, что через легкие инсулин быстро всасывается в кровь. Пик активности инсулина наступает в течение 12 - 15 минут и прекращает своё действие достаточно быстро. В отличие от традиционного жидкого инсулина, при применении порошкового инсулина нет необходимости в обязательном хранении в холоде и препарат можно хранить при комнатной температуре.
4. Интраназальный инсулин. Считается перспективным, но пока что так и не оправдавшим себя методом доставки инсулина. Основным недостатком является то, что данный способ введения вызывает раздражение слизистой полости носа и не обеспечивает должного всасывания препарата.
5. Чрезкожный инсулин (трансдермальный способ). Заключается в наклеивание самоклеящегося пластыря на кожу пациента. На сегодняшний день также не оправдал ожиданий.
6. Таблетированная форма приема инсулина. Считается менее эффективным направлением. Это связано с тем, что инсулин разрушается под воздействием пищеварительных ферментов, находящихся в кишечнике.

Достоинства ингаляционного способа введения инсулина:

- Данная технология обеспечивает равномерное распределение и одномоментное всасывание всей дозы инсулина в кровь за счет большой всасывающей поверхности альвеол.
- Ингаляционный инсулин обладает ультрабыстрой усвояемостью организмом, что ускоряет начало его действия после введения.
- Снижение потребности в инъекциях, т.е. отсутствие проколов тела и других неприятных манипуляций.
- Порошковый инсулин, используемый при ингаляции не нуждается в обязательном хранении в холоде и его можно хранить при комнатной температуре.

Недостатки существующей технологии ингаляционного способа введения инсулина:

- Невозможно применения препарата при хронических заболеваниях легких, бронхиальной астме и других обструктивных заболеваниях легких, а также у курильщиков, при пневмонии и хроническом кашле.
- Прогнозируемая цена инсулина 270\$ в месяц при учете, что вам необходимо 30 единиц в сутки.

- Сложность создания частиц инсулина размера необходимого для прохождения воздушно-легочного барьера (оптимальным размером считается от 1 до 5 микрон). От этого зависит как глубоко инсулин попадет в легкие, и какая его часть попадет в альвеолы и диффундирует в кровь.
- Проблема определения точной дозировки действующего вещества.
- Возможность использовать существующий пластиковый ингалятор не более 15 дней, т.к. в дальнейшем устройство может засориться.
- Необходимость обучения технологии использования ингаляционного инсулина.
- Отсутствия контроля правильного приема ингаляционного инсулина.

Структурная схема портативной ингаляционной системы для дозированной доставки инсулина

Данная ингаляционная система позволит контролировать корректность приема инсулина пациентом. Терапевтическая доза кристаллического инсулина нанесена внутрь пористого материала методом электроформования. При вдохе с необходимой силой у включенного прибора срабатывает светодиодный индикатор и через 10 секунд вдоха издается звуковой сигнал об окончании операции приема лекарства.

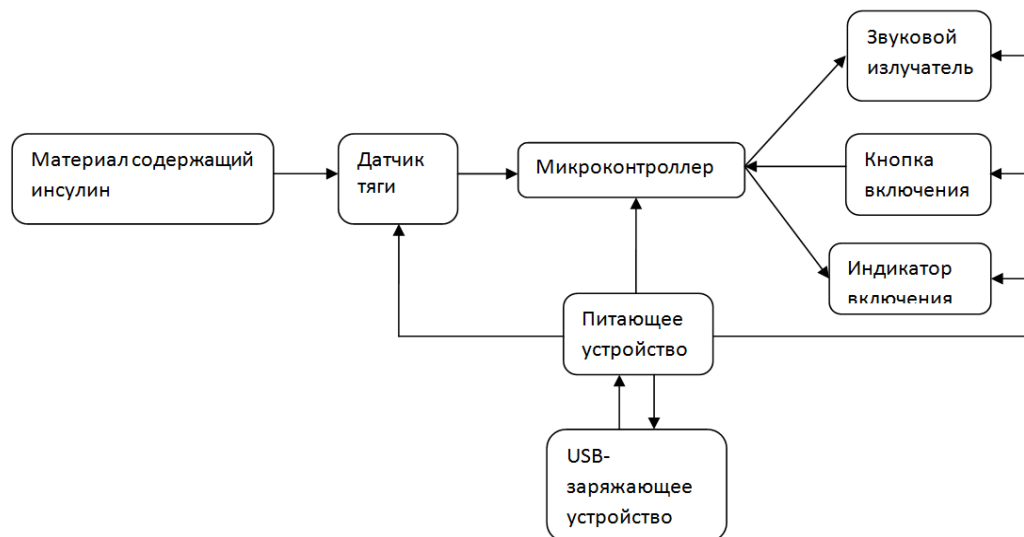


Рис. 1. Структурная схема портативной ингаляционной системы для дозированной доставки инсулина

Материал содержащий инсулин - инновационный пористый материал, с нанесенной на поверхность терапевтической дозой инсулина (4, 8, 12 ЕД)

Датчик тяги срабатывает при вдохе с определенной силой, достаточной для приема лекарственного препарата. При его активации подаётся сигнал на микроконтроллер, внутри которого запускается счетчик времени, в течение которого пациент должен принимать лекарственный препарат с вдыхаемым воздухом.

Микроконтроллер через 10 сек. после начала работы датчика тяги, активирует звуковой излучатель, для подачи звукового сигнала.

Кнопка включения, по нажатию этой кнопки происходит включение прибора.

Питающее устройство- литиевый аккумулятор, питающий элементы схемы.

USB-заряжающее устройство- устройство для заряда литиевого аккумулятора через стандартный USB разъем.

Заключение

Применения инсулинотерапии- это радикальный, а в большинстве случаев единственный метод для поддержания жизни и трудоспособности больных сахарным диабетом. Создание безболезненной, не инъекционной отечественной технологии введения инсулина в организм пациента позволяет решить многие проблемы диабетологии России и спасти жизни миллионов людей, страдающих сахарным диабетом.

Создание ингаляционной системы доставки инсулина является востребованным в клинической практике методом. Данная технология введения идеально подходит для больных сахарным диабетом первого и второго типа. Ингаляционный инсулин может во многом улучшить качество жизни пациента. Это связано с тем, что нет необходимости соблюдать температурные режимы препарата, его можно всегда носить с собой и в случае необходимости приема препарата, при данном методе введения инсулин обладает особо быстрым воздействием на организм и улучшению самочувствия пациента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Как научиться жить с диабетом / Пер. с англ. О. Лифсон / Е. Аметов, [и др.] - М.: Интерпракс, - 2009. - 109 с.
2. Каминский А.В. Сахарный диабет и ожирение: клиническое руководство по диагностике и лечению / А.В. Каминский, А.Н. Коваленко; 1. - Киев: Изд., 2010. - 256 с.
3. Зубаерова Д.Х. Биомедицинская химия / Д.Х. Зубаерова, Н.И. Ларионова; МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, М.: 2009, том 54, вып. 3
4. Ефимов А.С. Клиническая диабетология / А.С. Ефимов, Н.А. Скробонская; К.: Здоровья, 2009. - 320с.
5. Смирнова М.Н. Инсулинотерапия: пособие для врачей / М.Н. Смирнова [и др.] - ГУ ЭНЦ РАМН, 2009. - 30 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИК СЪЕМА ЗНАЧЕНИЙ ОПТИЧЕСКИХ ПЛОТНОСТЕЙ ТКАНЕЙ С ПОВЕРХНОСТИ ГОЛОВЫ

Тимченко К.А., Новосельцева А.П., Аристов А.А.
Научный руководитель: Аристов А.А., к.т.н., доцент
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: tina_tim7@mail.ru

RESEARCH OF THE METHODS FOR READING OPTICAL DENSITY ON DIFFERENT PART OF HUMAN HEAD

Timchenko K.A., Novoseltseva A.P., Aristov A.A.
Scientific Supervisor: Associate Professor, Ph.D. Aristov A.A.
Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: tina_tim7@mail.ru

В данной статье описаны экспериментальные исследования по оценке возможности применения различных методик съема оптических плотностей биологических тканей на поверхности головы. Рассмотрено две методики снятия данных. Проведен сравнительный анализ получаемых по обеим методикам результатов, задачей которого было выявить недостатки и преимущества каждой из них. В ходе исследования выявлен ряд особенностей, которые следует учитывать в дальнейшем при конструировании опытной модели устройства и обработке получаемой диагностической информации.