

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра механики, мехатроники и робототехники

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ О.Г. Локтионова

«_____» _____ 2018 г.

ПРИМЕНЕНИЕ СЕРВИСНЫХ РОБОТОВ

Прибор для измерения уровня глюкозы в крови *CONTOUR-TS*

методические указания к выполнению лабораторной работы
для студентов направления подготовки 15.03.06

Курск 2018

УДК 621.(076.1)

Составители: С.Ф Яцун, А.Н. Рукавицын

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры механики,
мехатроники и робототехники Е.Н. Политов

Применение сервисных роботов: методические указания к выполнению лабораторной работы «Прибор для измерения уровня глюкозы в крови *CONTOUR-TS*»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.Ф. Яцун, А.Н. Рукавицын Курск, 2018. 18 с.: ил. 6, табл. 1, прилож.1. Библиогр.: с.17.

Содержат сведения по вопросам применения мехатронных технологий в бытовой медицинской технике. Указывается порядок выполнения лабораторной работы и правила оформления отчета.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по направлению подготовки «Мехатроника и робототехника».

Предназначены для студентов направления подготовки 15.03.06 всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать .Формат 60 84 1/16.

Усл.печ. л. . Уч.-изд.л. Тираж 50 экз. Заказ. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г.Курск, ул. 50 лет Октября,94.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Общие сведения.....	5
2. Технические данные	6
3. Устройство глюкометра <i>CONTOUR-TS</i>	7
4. Порядок работы.....	12
5. Контрольные вопросы	16
Список литературы	17
Приложение.....	18

Целью данной лабораторной работы является изучение конструкции и принципов действия бытовых приборов для измерения уровня глюкозы в крови (глюкометров).

Введение

По данным Всемирной Организации Здравоохранения в мире насчитывается более 155 миллионов диабетиков. По самым оптимистичным прогнозам, к 2025 году таких людей будет в два раза больше.

Глюкометрия — техника, позволяющая определить концентрацию сахара капиллярной или венозной крови. Концентрация выражается в единицах измерения — ммоль/л или мг/дл. Превышение показателей нормы свидетельствует о нарушении обмена веществ, сахарном диабете, который может привести к гиперосмолярной коме, синдрому мальабсорбции и к самому критичному состоянию — гипогликемии (понижению сахара в крови уже ниже нормы).

Глюкометр — устройство, измеряющее уровень сахара в крови. Если уровень повышен, то человеку необходимо принять сахаропонижающий препарат. Глюкометр использует тест-полоску, на которую наносится капля крови. В результате химической реакции глюкометр выдает значение в мг/дл или ммоль/л. Компактные размеры большинства глюкометров позволяют пользоваться ими в домашних условиях. Таким образом, глюкометр и верное лечение медикаментами — основа нормальной жизни любого диабетика, который следит за собой и занимается активным самоконтролем.

Согласно требованиям международного стандарта ISO 15197 отклонения 95% результатов тестирования при помощи глюкометров должны быть в пределах 20% лабораторных результатов, если полученный результат равен или выше 4,2 ммоль/л или в пределах 0,8 ммоль/л, если результат ниже 4,2 ммоль/л.

В настоящее время широко распространены различные модели портативных глюкометров для индивидуального контроля уровня сахара в домашних условиях. Поместив капельку крови на одноразовую индикаторную пластину, через несколько секунд больной узнает свой уровень глюкозы в крови.

1. Общие сведения

Объектом исследования в данной лабораторной работе выступает бытовой глюкометр *CONTOUR-TS* (см. рис. 1).

Глюкометр не требует ввода цифрового кода или установки кодового чипа для каждой упаковки тест-полосок, поэтому его не надо кодировать, что исключает возможность ошибок, связанных с данным процессом.

Для измерения уровня сахара в крови необходимо перевести концентрацию глюкозы в напряжение или электрический ток. Это возможно с помощью использования специальных сенсорных тест-полосок для амперометрии. В сенсоре используются платиновые и серебряные электроды для создания зоны электрической схемы, где происходит электролиз перекиси водорода. Перекись водорода образуется в результате химической реакции окисления глюкозы на пленке окиси. Электрический ток обеспечивает измерение концентрации перекиси водорода, по которой уже определяется концентрация глюкозы. Важно обратить внимание на то, что зависимость между концентрациями линейная. В реальности ситуация может несколько отличаться, так как в реакцию могут вступать другие элементы.

Сенсор глюкометра основан на электроде оксида глюкозы, который входит в активную фазу на платиновом углеродном электроде. Электрод катализатора используется для определения амперометрии при помощи особой электрохимической детекции вырабатываемой перекиси водорода. Сенсор состоит из электродов: сперва идет слой пленки оксида глюкозы, затем полиуретановая пленка, сквозь которую проходит глюкоза, кислород и перекись водорода.

Амперометрия измеряет электрический ток между парой электродов, запускающих реакцию электролиза. Кислород выходит через пленку-мембрану и напряжение подается на платиновый электрод, восстанавливая O_2 в H_2 . Эти реактивные электроды являются своеобразными амперометрическими сенсорами, использующими трехэлектродную схему. Такой

подход очень удобен при использовании благодаря надежности измерения напряжения и силы тока в одной и той же химической реакции. Трехэлектродные модели используют рабочий электрод (РЭ), относительный электрод (ОЭ) и электрод-счетчик (ЭС). После выработки тока, его необходимо перевести в напряжение с помощью микроконтроллера (МК). Это происходит благодаря трансимпеданс-усилителю. Наконец, МК устанавливает и передает сигнал модулю АДС.

Это практический способ объяснить, что такое амперометрия. Напряжение находится в РЭ и ОЭ в диапазоне от -200 милливольт до 8 вольт. С помощью этого определяется напряжение, при котором сенсор сможет провести максимальную силу тока. Это значение в районе 4 вольт с силой тока около 18 микроампер. Выбрав 4 вольта в качестве операционного значения, мы получим стабилизационное время от 2 до 4 секунд. Что является надежным измерением, которое может быть произведено при максимально полученной силе тока.



Рис.1. Домашний глюкометр *CONTOUR-TS*

2. Технические данные

Система *CONTOUR-TS* (глюкометр, тест-полоски, контрольные растворы) - система для самоконтроля предназначена для людей с сахарным диабетом и врачам для того, чтобы отслеживать уровень сахара в крови у пациентов.

Глюкометр Bayer Contour TS (Байер Контур ТС) – надежный и простой в работе прибор. Инновационная технология полностью исключает возможные при кодировании глюкометра ошибки, которые могли бы подвергать клиническому риску пациентов, страдающих сахарным диабетом.

Результаты тестирования можно загружать в программное обеспечение Bayer's Diabetes Management.

Устройство имеет хорошо видимый оранжевый порт для введения тест-полоски, и характеризуется отсутствием влияния мальтозы на результат анализа

Таблица - Общие данные

Наименование показателей	Значение показателей
Тестируемый образец	Цельная кровь
Метод измерения	Электрохимический
Калибровка прибора	по плазме крови
Объем капли крови, мкл	0,6
Время измерения, с	8
Память (кол-во измерений)	250
Диапазон измерений, ммоль/л	0,6-33,3
Масса, г	57
Габаритные размеры, мм	
- длина	71
- ширина	60
- толщина	25

3. Устройство глюкометра *CONTOUR-TS*

На рис. 2 представлен внешний вид глюкометра *CONTOUR-TS*



Рис. 2. Глюкометр *CONTOUR-TS*

Глюкометр имеет пластиковый корпус с экраном для вывода информации. Внутри находится биоэлектрохимический преобразовывающий анализатор, емкость для батареек. Корпус ударо- и влагостоек, и при соблюдении правил пользования может прослужить несколько лет без поломок и сбоя.

В работе глюкометра предполагается определенный принцип анализа забранной крови - глюкозооксидазную реакцию. Это самый точный метод, регистрирующий уровень глюкозы по плазме крови с наименьшей вероятностью погрешности. Общие принципы физико-химического анализа представляют собой расщепление цельной крови или ее плазмы до образования диффузной пероксидазы, равной содержанию глюкозы. Пероксидаза формирует электрический ток на поверхности электродов, что и регистрирует в цифровом количестве прибор.



Рис. 3. Забор крови в глюкометре

Отображение всех элементов экрана, как это показано на приведенном ниже рисунке, указывает на полную работоспособность экрана.

Кратковременное отображение всех элементов выполняется при каждом включении измерительного прибора.



Рис. 4 Отображения на экране глюкометра *CONTOUR-TS*

Глюкометр – это прибор, для функционирования которого необходимы дополнительно следующие элементы:

1. Ручка и стерильные ланцеты – это инструменты для прокалывания кожи. Ланцеты отличаются по длине и подбираются в зависимости от толщины кожи (более тонкие иглы ланцета предназначены для тонкой кожи, например у детей). Один ланцет при правильном применении можно использовать 10-15 раз, однако необходимо строго соблюдать правила хранения ланцета (в колпачке, предохраняющем от инфицирования иглы).

2. Тест-полоски – это расходный материал (для каждого измерения требуется новая тест-полоска), на которую нанесено вещество, реагирующее с кровью и определяющее концентрацию глюкозы в крови. На тест-полосках имеется разметка, указывающая, куда необходимо нанести кровь для измерения уровня глюкозы.

3. Батарея – является источником энергии, необходимой для функционирования глюкометра. В некоторых глюкометрах имеются съемные батареи, которые можно самостоятельно заменять на новые, в других глюкометрах функция смены батареи не предусмотрена, что делает их менее практичными.

Работа прибора для измерения уровня глюкозы в крови *CONTOUR TS* основана на значениях плазмы/сыворотки крови.

Методы, основанные на плазме/сыворотке, могут давать результаты на 9 – 15% выше по сравнению с методами оценки глюкозы по полному составу крови.

УКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ ГЛЮКОМЕТРА:

- Всегда храните тест-полоски в исходной бутылке оригинальном флаконе. Сразу после извлечения тест-полоски плотно закрывайте крышку.

Бутылки Флаконы специально предназначены для создания сухой среды для хранения тест-полосок. Если оставить бутылку флакон открытой открытым или хранить тест-полоски не в ней нем, то они могут испортиться под воздействием влажности. Не подвергайте тест-полоски воздействию прямого солнечного света.

- При формировании капли крови старайтесь не сжимать палец слишком сильно и проводите тест сразу же после формирования капли.

- Не капайте кровью прямо на ровную поверхность тест-полоски.

Тест-полоска разработана таким образом, чтобы просто втягивать кровь через заборный кончик.

- Не прижимайте тест-полоску плотно к пальцу. Это может привести к ее закупориванию.

- Не используйте испорченные и использованные тест-полоски. Тест-полоски предназначены только для одноразового использования.

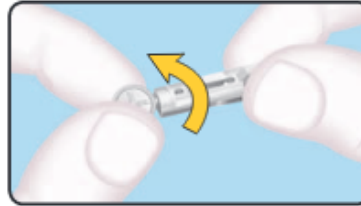
Изначально результаты в измерительном приборе отображаются в ммоль/л (миллимолей глюкозы на литр).

Значения в ммоль/л всегда имеют десятичную точку. Значения в мг/дл (миллиграмм глюкозы на децилитр) никогда не имеют десятичной точки.

Снимите наконечник скарификатора
Ascensia MICROLET.



Поверните (не снимайте) защитный
колпачок ланцета на 1/4 оборота.



Вставьте ланцет в скарификатор
до упора. Устройство будет
поставлено на взвод.



Открутите колпачок ланцета.

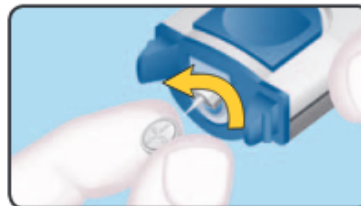


Рис.5 Подготовка скарификатора
(прибор для прокалывания кожи для забора крови)

Пробы крови для проверки уровня глюкозы можно брать не только из кончиков пальцев. Результаты тестирования крови, взятой из предплечья или ладони, могут значительно отличаться от результатов тестирования крови из кончика пальца. Эта разница появляется при быстром изменении уровня глюкозы, например после приема пищи, ввода инсулина или физической нагрузки.

УКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ ГЛЮКОМЕТРА:

Все изделия и объекты, вступающие в контакт с человеческой кровью, даже после очистки должны рассматриваться как потенциально переносящие вирусные заболевания.

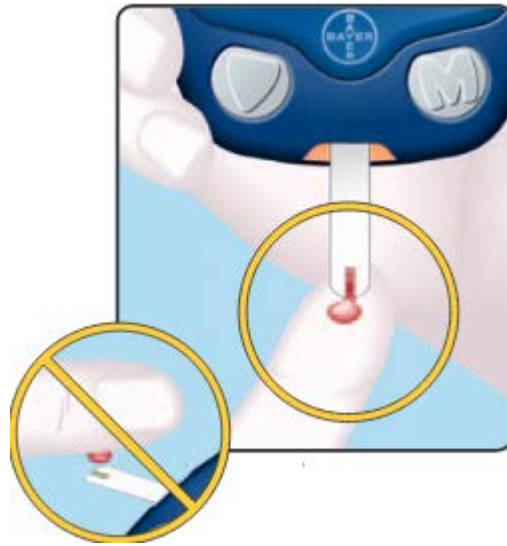


Рис.6 Тест крови из пальца

Уровень глюкозы в крови зависит от принимаемой пищи и лекарств, состояния здоровья, стрессового состояния или нагрузки. В соответствии медицинской практикой для человека, страдающего диабетом, при отсутствии беременности стандартными считаются следующие значения:

- Уровень глюкозы перед приемом пищи: от 5.0 ммоль/л до 7.2 ммоль/л
- Уровень глюкозы через 2 часа после приема пищи: менее 10.0 ммоль/л.

В экстренных ситуациях гораздо важнее не пропустить состояние гипогликемии (высокий уровень сахара в крови), которое может быстро привести к развитию комы с летальным исходом. Симптомы дефицита сахара крови проявляются слабостью, сонливостью, зевотой, головной болью, потливостью. В этом случае необходимо срочно принять меры: выпить сладкий

чай или съесть печенье, конфету, белый хлеб. После чего вновь измерить сахар крови. Следует отметить, что симптомы гипогликемии у пациентов с тяжелым, длительно текущим сахарным диабетом могут проявляться уже при 5-6 ммоль/л и даже более высоких концентрациях глюкозы.

При выявлении содержания глюкозы натощак, особенно при повторных измерениях, на уровне свыше 7 ммоль/л или в любое время суток, независимо от приема пищи более 11 ммоль/л считаются достоверными признаками сахарного диабета и требуют всестороннего обследования и назначения соответствующего лечения. Эпизодические подъемы уровня сахара до высоких цифр не должны вызывать панику, но они требуют обязательного посещения врача-эндокринолога для определения дальнейшей тактики, возможного назначения медикаментозной терапии или соответствующей диеты.

4. Порядок работы

1. Предварительно вымойте руки с мылом под проточной водой и вытрите их насухо. Для активизации кровотока пальцы рук несколько раз сожмите в кулак.

2. С помощью скарификатора выполните прокол кожи IV пальца (безымянного) левой руки, отступив от края ногтевой пластинки 4-5 мм. Если капля крови самостоятельно не появилась, произведите надавливание на подушечку пальца в направлении от основания фаланги к свободному краю ногтя.

3. Извлеките тест-полоску из тары и плотно закройте крышку. Удерживая тест-полоску серым концом вверх, вставьте серый конец в оранжевый порт для тест-полосок на измерительном приборе. Измерительный прибор включится автоматически. На экране отобразится тест-полоска с мигающей каплей крови, указывающая на то, что глюкометр готов к тестированию. (Не помещайте кровь на тест-полоску до тех пор, пока на экране не появится мигающий символ капли крови.)

4. Сразу после формирования капли крови прикоснитесь к ней заборным кончиком тест-полоски. Через него кровь втягивается в тест-полоску. Не прижимайте заборный кончик к коже и не капайте кровью на поверхность тест-полоски.

Удерживайте заборный кончик тест-полоски в капле крови до тех пор, пока не прозвучит сигнал

5. После сигнала на приборе начинается 8-секундный отсчет, по завершении которого на экране отображается результат тестирования. Результат автоматически сохраняется в памяти прибора вместе с датой и временем тестирования (если они настроены).

6. Для выключения прибора извлеките тест-полоску. Утилизируйте тест-полоску, соблюдая необходимые меры

предосторожности (измерительный прибор также выключается, если в течение трех минут с ним не выполняются никакие действия). На ранку приложите спиртовую салфетку с экспозицией в несколько минут.

Содержание отчета.

Отчет выполняется на отдельных листах формата А4. В отчете отразить краткие теоретические сведения об устройстве и принципах действия приборов для измерения уровня глюкозы (сахара) в крови. Записать технические характеристики и изобразить устройство изучаемого глюкометра. Ответить на контрольные вопросы.

Дополнительные рекомендации

1. Если у вас диабет и вам предстоит выполнять ответственные действия, например управлять автомобилем или другой техникой, всегда берите пробу крови из пальца. Необходимо также брать кровь из пальца во время болезни, нервных расстройств или когда результаты измерений не соответствуют собственным ощущениям пациента

2. Не рекомендуется брать пробы крови из других мест, если вы не можете распознать симптомы, сопутствующие снижению уровня глюкозы в крови. При низком уровне глюкозы в крови обратитесь к медицинскому специалисту.

3. При взятии проб крови из других мест выбирайте мягкие и мясистые участки тела без волос, родинок и видимых вен. Вымойте выбранное место с мылом в теплой воде, затем ополосните его и тщательно вытрите.

4. Берите пробы крови из других мест не ранее чем через 2 часа после приема пищи, приема лекарств, физических упражнений.








5. Контрольные вопросы.

1. Для чего предназначен глюкометр?
2. На каком принципе основано действие глюкометра *CONTOUR-TS* ?
3. Для чего необходимы тест-полоски?
4. Каким считается допустимый уровень глюкозы в крови у человека?
5. Назовите основные технические характеристики домашнего глюкометра *CONTOUR TS*.
6. Как правильно пользоваться глюкометром *CONTOUR TS*?

Библиографический список:

1. Система контроля уровня глюкозы в крови *CONTOUR TS*. Руководство пользователя, Bayer, the Bayer Cross, Ascensia, *CONTOUR*, *MICROLET* (Базель, Швейцария), 2007. – 38 с.
2. <http://medlibera.ru/sam-sebe-doktor/prostye-meditsinskie-manipulyatsii/kak-polzovatsya-glyukometrom-norma-sakhara-v-krovi>
3. Шишмарёв В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления: Учебник для сред. проф. образования – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 304 с.

Коды и символы ошибок

ИЗОБРАЖЕНИЕ	ОПИСАНИЕ	ДЕЙСТВИЯ	ИЗОБРАЖЕНИЕ	ОПИСАНИЕ	ДЕЙСТВИЯ
	Батарея разряжена.	Как можно быстрее замените батарею (см. стр. 26).		Тест-полоска вставлена неправильно.	Извлеките тест-полоску и вставьте ее правильно (см. стр. 9).
	Недопустимая температура.	Перейдите в место, в котором температура соответствует рабочему диапазону прибора: 5°C – 45°C. Перед началом тестирования измерительный прибор и тест-полоски должны находиться при этой температуре не менее 20 минут.	E5 E6 E8 E9	E10 E12 E13	Возможная ошибка программного обеспечения или оборудования. Замените тест-полоску на новую и повторите тест. Если проблемы не устранены, обратитесь в службу поддержки клиентов.
	Заполнения тест-полоски недостаточно для точного тестирования. <ul style="list-style-type: none">Возможно, Вы несколько раз нанесли кровь на одну полоску.Закупорен заборный кончик.Капля крови слишком мала.	Замените тест-полоску на новую и повторите тест. <ul style="list-style-type: none">Не выполняйте несколько заборов крови с помощью одной и той же полоски.Не прижимайте полоску к коже во время взятия пробы.См. информацию о рекомендуемом размере капли на стр. 10.		Неправильная тест-полоска.	Замените эту тест-полоску на тест-полоску <i>CONTOUR TS</i> и повторите тест.
	Прибор обнаружил использованную тест-полоску.	Замените тест-полоску на новую и повторите тест. Перед взятием пробы крови дождитесь отображения на экране мигающей капли крови.		<ul style="list-style-type: none">Во время обратного отсчета полоска была повреждена.Полоска испортилась, так как долго находилась вне бутылки флакона.Вставлена использованная тест-полоска.	Замените тест-полоску на новую и повторите тест. Тщательно следуйте инструкциям из руководства пользователя. Если проблемы не устранены, обратитесь в службу поддержки клиентов.