

УДК 616.379

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ ПРИ ГИПОГЛИКЕМИЧЕСКОЙ КОМЕ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

© Б.В. Павлов, А.И. Соколова, В.В. Шелль

Аннотация. Гипогликемическая кома – состояние, возникающее на фоне резкого понижения уровня глюкозы в крови, сопровождающееся дисфункцией головного мозга и внутренних органов. В качестве цели исследования определены теоретическое обоснование и разработка метода повышения уровня глюкозы при гипогликемической коме у больных сахарным диабетом 1 типа. В рамках исследования проведено изучение клинической эффективности применения дополнительной дозы эндогенного инсулина, выявлена прямая зависимость между вводимым в организм пациента эндогенным инсулином и уровнем глюкозы в крови. В ходе эксперимента отмечалась высокая клиническая эффективность метода повышения уровня глюкозы в крови при гипогликемической коме у больных сахарным диабетом 1 типа.

Ключевые слова: сахарный диабет; инсулин; инъекция; глюкоза в крови; гипергликемия; гипогликемическая кома

Данная тема является весьма актуальной и обуславливается несколькими причинами: во-первых, сахарный диабет является хроническим заболеванием, уровень которого неуклонно растет. По данным ВОЗ, в мире насчитывается около 422 млн человек, страдающих сахарным диабетом 1 типа. Самый высокий показатель смерти наблюдается в странах третьего мира (Ближний Восток, Африка). Россия на сегодняшний день занимает четвертую строчку в рейтинге стран с наиболее высокой заболеваемостью, так как каждый год в нашей стране насчитывается около 200 тысяч человек, умерших от этой болезни. По официальной статистике в России за 18 лет (2000–2018 гг.) число людей с этим диагнозом возросло на 2,5 млн человек [1–2].

Во-вторых, течение заболевания предполагает постоянный контроль за его развитием, тем не менее, несмотря на высокую информативность в данном вопросе и частые беседы с пациентами, проводимые врачами, люди часто пренебрегают рекомендациями, нарушая режим питания, а также распорядок дня. Резкое снижение глюкозы в крови может отрицательно сказаться на организме, и даже нормальный уровень глюкозы 5,5 ммоль/л может показаться больному слишком низким, из-за чего тот, в свою очередь, ощутит сильный дискомфорт. И напротив, больной может

чувствовать себя удовлетворительно, даже если уровень сахара дойдет до отметки 2,8 ммоль/л, но это бывает только в тех случаях, когда уровень сахара снижается медленно [3–4].

Анализ всех этиологических факторов развития гипогликемической комы у пациентов с диагнозом сахарный диабет 1 типа позволил выделить следующие причины развития данной патологии [5–7].

1. Главным звеном, отвечающим за снижение утилизации глюкозы при гипогликемической коме, считаются клетки центральной нервной системы. Так как глюкоза является основным энергетическим метаболитом для клеток головного мозга, ее недостаток приводит к развитию кислородного голодания, что обуславливает нарушение обменных процессов в клетках центральной нервной системы. В первую очередь нарушаются функции коры и подкорковых структур головного мозга, мозжечка и продолговатого мозга.

2. Недостаток глюкозы в клетках отделов головного мозга обуславливает диабетическую полинейропатию: возникает тревожность, агрессия, раздражительность, отмечается невнятная речь. Также при нарушении ствола головного мозга возникают судороги, гипокинезы, угнетение сухожильных и брюшных рефлексных импульсов.

3. Гипогликемическая кома стимулирует симпатическую нервную систему, активация которой приводит к увеличению количества катехоламинов в крови и сопровождается усталостью, выделением обильного пота, тахикардией и тремором рук.

4. Снижение глюкозы в крови активирует нейрогуморальную систему, в цепи кортикотропин – глюкокортикоиды – соматотропин. Это приводит к активации контринсулярных систем.

Данные явления являются компенсирующей реакцией организма, направленной на устранение гипогликемического комы.

Целью данного исследования явилось теоретическое обоснование и разработка метода повышения уровня глюкозы в крови при гипогликемической коме у больных сахарным диабетом.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие испытуемые в возрасте 18–30 лет. Исследование проводилось на базе Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина, в специализированных лабораториях. Исследование проводилось на добровольной основе, была создана правовая и комиссионная экспертиза. Исследуемые были ознакомлены со всеми последствиями. Все испытуемые дали письменное согласие на проведение эксперимента. Все процедуры и манипуляции соответствовали эти-

ческим нормам, а также велось наблюдение врачами-эндокринологами во время процедуры.

Всего было обследовано 11 граждан – 4 женщины и 7 мужчин. На момент проведения эксперимента испытуемые болели диабетом более 5 лет. Испытуемые, кроме двух мужчин и одной женщины, болели сахарным диабетом менее 3 лет.

Исследование проводилось на протяжении 7 месяцев. Испытуемые проходили клинико-диагностическое обследование, введение диеты № 9, изменяющей углеводный баланс, увеличение физической нагрузки, в нашем случае – кардионагрузки.

Основным условием эксперимента был подбор испытуемых, которые для компенсации нарушений углеводного обмена в организме применяли одинаковую инсулинотерапию.

Использовали инсулин: Хумулин R, Хумулин НПХ, Лантус и Апидра.

Методика применения инсулина. Алгоритм дозировки инсулина по ВОЗ устанавливается по следующему расчету: 1 ЕД соответствует 1 кг массы тела, помимо этого имеются исключения при впервые выявленном диабете, здесь вводится дозировка 0,5 ЕД на 1 кг массы тела. В пубертатный период пациентам увеличивают дозировку почти на 2 ЕД на 1 кг массы тела. При мелких осложнениях в первые 5 лет пациентам назначают дозировку от 0,6 до 1,0 ЕД. Пациенты, которые болеют более 5 лет и имеют осложнения, получают от 1,0 до 1,5 ЕД на 1 кг массы тела.

Коэффициент дозировки инсулина по массе тела при сахарном диабете до 5 лет:

- 1) после выявления диабета базовая дозировка не превышает 0,5 ЕД;
- 2) через год успешного лечения дозу оставляют на 0,6 ЕД;
- 3) если течение диабета тяжелое, то количество инсулина повышается до 0,7 ЕД;
- 4) при отсутствии компенсации устанавливается доза 0,8 ЕД;
- 5) после выявления осложнений врач повышает дозировку до 0,9 ЕД;
- 6) если у беременной женщины диагностируют первый тип диабета, то дозировку повышают до 1 ЕД (в основном после 6 месяца беременности).

Коэффициент дозировки инсулина по массе тела при сахарном диабете после 5 лет:

- 1) с мелкими осложнениями и умеренной субкомпенсацией 1,1 ЕД;
- 2) с мелкими осложнениями и декомпенсацией 1,2 ЕД;
- 3) с средними осложнениями и умеренной субкомпенсацией 1,3 ЕД;
- 4) с сильными осложнениями и компенсацией 1,4 ЕД;
- 5) с сильными осложнениями и декомпенсацией 1,5 ЕД.

Формула расчета:

$$\frac{\text{Масса тела} * \text{Количество инсулина на 1 кг}}{\text{Коэффициент осложнений}} = \text{Вводимый инсулин}$$

Коэффициент осложнений	Значение
1	нет осложнений
2	слабо выраженные осложнения
3	умеренно выраженные осложнения (компенсация)
4	сильно выраженные осложнения 1 степени (умеренная декомпенсация)
5	сильно выраженные осложнения 2 степени (сильная декомпенсация)

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследовании изучалось влияние вводимого в избыточном количестве инсулина на изменение уровня глюкозы в крови пациента с целью оценки эффективности его применения в экстремальных ситуациях, когда нет возможности для повышения уровня глюкозы другими методами.

В табл. 1 приведены основные характеристики пациентов, такие как: пол, масса тела, суточная дозировка инсулина, уровень глюкозы, при котором наступает гипогликемия, и количество единиц вводимого дополнительно инсулина.

Анализ полученных данных позволил выявить достоверные изменения, характеризующие прямую зависимость между введением избыточного количества инсулина и повышением уровня глюкозы в организме в разные интервалы времени (табл. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного эксперимента выявили следующее.

1. Вводимый в избыточном количестве инсулин активизирует нейрогуморальную систему пациентов при гипогликемической коме, что является основным физиологическим эффектом применяемой методики. Результаты исследования показали положительную динамику у 8 пациентов (73 %), у 3 испытуемых (27 %) отмечалось значительное увеличение глюкозы в крови, что обусловило развитие гипергликемической комы, с последующим выводом из нее путем струйного введения 40 %-ного раствора глюкозы внутривенно капельно.

Таблица 1

Суточная потребность инсулина и дополнительное введение при гипогликемической коме

Пациенты	Возраст, лет	Масса тела, кг	Суточная дозировка короткого инсулина, ЕД	Суточная дозировка пролонгированного инсулина, ЕД	Общая суточная потребность инсулинов	Гипогликемия, ммоль/л	Доп. инсулин, ЕД
№ 1 (жен.)	21	60	23 (Апидра)	25 (Лантус)	48	3,3	22 (Апидра)
№ 2 (жен.)	18	55	18 (Апидра)	33 (Лантус)	51	3,5	16 (Апидра)
№ 3 (жен.)	27	53	20 (Хумулин R)	25 (Хумулин НПХ)	45	3,0	15 (Хумулин R)
№ 4 (жен.)	20	50	15 (Хумулин R)	23 (Хумулин НПХ)	38	2,9	15 (Хумулин R)
№ 5 (муж.)	25	77	28 (Апидра)	40 (Лантус)	68	2,8	23 (Апидра)
№ 6 (муж.)	29	80	30 (Апидра)	38 (Лантус)	68	3,3	20 (Апидра)
№ 7 (муж.)	28	78	32 (Апидра)	40 (Лантус)	72	2,1	25 (Апидра)
№ 8 (муж.)	23	82	34 (Хумулин R)	38 (Хумулин НПХ)	72	2,2	20 (Хумулин R)
№ 9 (муж.)	24	86	32 (Апидра)	44 (Лантус)	76	3,6	20 (Апидра)
№ 10 (муж.)	25	85	28 (Хумулин R)	40 (Хумулин НПХ)	68	2,5	25 (Хумулин R)
№ 11 (муж.)	22	74	24 (Апидра)	36 (Лантус)	70	2,7	22 (Апидра)

Таблица 2

Динамика концентрации глюкозы в крови после введения избыточного количества инсулина

Пациенты	Концентрация глюкозы в крови (ммоль/л)								
	1 мин	5 мин	10 мин	15 мин	30 мин	45 мин	1 час	1,5 часа	2 часа
№ 1 (жен.)	3,3	2,9	3,1	3,5	4,0	6,2	9,0	10,1	12,2
№ 2 (жен.)	3,5	3,2	3,0	3,3	4,0	5,1	7,2	7,8	9,0
№ 3 (жен.)	3,0	3,0	2,9	3,5	4,7	5,7	6,5	7,9	8,5
№ 4 (жен.)	2,9	2,7	2,5	2,0	1,9	1,7	1,8	2,0	3,5
№ 5 (муж.)	2,8	2,9	3,0	3,3	3,7	4,5	9,0	13,3	16,5
№ 6 (муж.)	3,3	3,2	2,9	3,1	4,1	6,9	9,1	11,1	13,7
№ 7 (муж.)	2,1	2,0	1,9	2,5	3,9	5,4	7,1	8,0	9,1
№ 8 (муж.)	2,2	2,2	2,0	4,1	8,2	12,2	16,0	20,2	25,7
№ 9 (муж.)	3,6	3,3	2,9	3,8	4,7	6,2	8,1	8,8	9,5
№ 10 (муж.)	2,5	1,9	1,7	1,7	1,4	1,2	1,5	1,9	2,3
№ 11 (муж.)	2,7	2,5	2,3	2,0	2,9	4,0	5,6	7,8	9,9

2. Выявлена динамика изменения уровня глюкозы в крови при введении избыточного количества инсулина. Изменение уровня глюкозы после введенного эндогенного инсулина наступало с 15 минуты эксперимента и продолжалось до 40 минуты. За это время наблюдалось умеренное увеличение уровня глюкозы в крови с 15 до 20 минуты, значительное повышение с 25 минуты. К 35–40 минуте уровень глюкозы соответствовал нормальным значениям, отмечалось удовлетворительное состояние пациентов. После 45 минуты наблюдалось повторное увеличение глюкозы в крови испытуемых. При этом следует отметить, что в период с 1 по 10 минуту уровень глюкозы в крови у пациентов снижался.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в ходе проведенного исследования установлено, что введение избыточного инсулина при гипогликемической коме пациентам с диагнозом сахарный диабет 1 типа более 5 лет обуславливает умеренное повышение глюкозы в крови в 73 % случаев, что доказывает эффективность данной методики. Итогом эксперимента явилась активация нейрогуморальной системы, выражающаяся в действии импульсов, передающихся из коры больших полушарий в гипоталамус и далее на статины и либерины, которые в свою очередь вызывали активацию адрена-

лина, норадреналина и глюкокортикоидов. Это приводило к тормозной реакции либеринами инсулина с последующей активацией гормона глюкагона и нормализации глюкозы в крови.

Резюмируя все вышесказанное, следует сказать, что метод повышения глюкозы в крови при гипогликемической коме у пациентов с диагнозом сахарный диабет 1 типа более 5 лет имеет лечебное воздействие и соответствует требованиям, предъявляемым к лечению больных сахарным диабетом.

Список литературы

1. *Одинак М.М., Баранов В.Л., Литвиненко И.В., Наумов К.М.* Поражение нервной системы при сахарном диабете. М.: Нордмедиздат, 2008. 216 с.
2. *Астамирова Х., Ахманов М.* Большая энциклопедия диабетика. М.: Эксмо, 2013. 416 с.
3. Сахарный диабет: острые и хронические осложнения / под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой. М.: ООО «Изд-во «Медицинское информационное агентство», 2011. 480 с.
4. *Питерс-Хармел Э., Матур Р.* Сахарный диабет. Диагностика и лечение. М.: Практика, 2008. 496 с.
5. *Горшков И.П., Волынкина А.П., Золоедов В.И.* Сравнение режимов применения инсулина Хумалог Микс 25 в лечении больных сахарным диабетом 2 типа // Сахарный диабет. 2012. № 2. С. 60-63.
6. *Апухтин А.Ф., Стаценко М.Е., Инина Л.И.* Сердечно-сосудистый риск и дополнительный сахароснижающий эффект ω 3-полиненасыщенных жирных кислот у больных сахарным диабетом // Профилактическая медицина. 2012. Т. 15. № 6. С. 50-56.
7. *Чанова О.И.* Сахарный диабет. Диагностика, профилактика и методы лечения. М.: Центрполиграф, 2004. 185 с.

БЛАГОДАРНОСТИ: Авторы выражают особую признательность научному руководителю Е.В. Невзоровой, профессору, доктору биологических наук, заведующему кафедрой медицинской биологии с курсом инфекционных болезней, за бесценный опыт, переданный в научных исследованиях, и чуткое наставничество. А также благодарим за помощь в проведении научно-исследовательской работы.

Поступила в редакцию 18.10.2019 г.
Отрецензирована 29.10.2019 г.
Принята в печать 12.11.2019 г.

Информация об авторах:

Павлов Богдан Владимирович – студент медицинского института. Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: DewollS@yandex.ru

Соколова Алена Игоревна – студентка медицинского института. Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: a.socolowa1997@gmail.com

Шелль Виктор Викторович – студент медицинского института. Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: shell-2016@mail.ru

THEORETICAL JUSTIFICATION AND DEVELOPMENT OF A METHOD FOR INCREASING BLOOD GLUCOSE LEVELS IN HYPOGLYCEMIC COMA IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS

Pavlov B.V., Student of Medical Institute. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation. E-mail: DewollS@yandex.ru

Sokolova A.I., Student of Medical Institute. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation. E-mail: a.socolowa1997@gmail.com

Shell V.V., Student of Medical Institute. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation. E-mail: shell-2016@mail.ru

Abstract. Hypoglycemic coma is a condition that occurs against the background of a sharp decrease in blood glucose levels, accompanied by dysfunction of the brain and internal organs. The aim of the study is the theoretical justification and development of a method for increasing glucose levels in hypoglycemic coma in patients with type 1 diabetes mellitus. As part of the study, we study the clinical effectiveness of the use of an additional dose of endogenous insulin. We reveal a direct relationship between the endogenous insulin injected into the patient's body and the level of glucose in the blood. During the experiment, we note the high clinical effectiveness of the method of increasing blood glucose levels in hypoglycemic coma in patients with type 1 diabetes mellitus.

Keywords: diabetes mellitus; insulin; injection; blood glucose; hypoglycemia; hypoglycemic coma

ACKNOWLEDGEMENTS: We express our special gratitude to the scientific advisor E.V. Nevzorova, Professor, Doctor of Biology, Head of Medical Biology with a Course of Infectious Diseases Department, for the invaluable experience transferred in the scientific researches, and sensitive mentoring. And also thank for your help in conducting research work.

Received 18 October 2019

Reviewed 29 October 2019

Accepted for press 12 November 2019