

Из кафедры биохимии

Зав. каф. проф. доктор Ф. Я. БЕРЕНШТЕЙН

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ СОЛЕЙ КАДМИЯ НА УГЛЕВОДНЫЙ ОБМЕН

А. У. ШПАКОВСКИЙ

Изучение вопроса регуляции и патологии углеводного обмена имеет большое теоретическое и практическое значение для выяснения механизма целого ряда физиологических и патологических процессов, происходящих в организме человека и животных.

При нарушении углеводного обмена у человека и животных развиваются тяжёлые патологические процессы. В качестве примера можно указать на сахарный диабет, которым болеют люди и некоторые домашние животные.

По данным Тихомирова родильный парез у коров связан с нарушением углеводного обмена на почве недостаточной физиологической координации между различными железами внутренней секреции в период родов. У больных животных наблюдается резкая гипогликемия, приводящая к тяжёлым патологическим явлениям.

Паралитическая гемоглобинемия у лошадей, по мнению некоторых авторов, является заболеванием в основе которого лежит нарушение углеводного обмена.

В связи с этим, вопрос терапии заболеваний, связанных с нарушением углеводного обмена, приобрёл актуальное значение.

Так как извращение процессов углеводного обмена зависит довольно часто от ненормальной функции эндокринных желез (надпочечников, поджелудочной и др.), с терапевтической целью широко используется введение больным гормонов.

В связи с тем, что в некоторых случаях гормональная терапия бывает недостаточно эффективной, ряд исследователей рекомендуют при нарушении углеводного обмена использовать и другие терапевтические средства.

Среди указанных средств не малая роль, повидимому, принадлежит микроэлементам.

Значительный интерес в этом отношении представляют работы Беренштейна, Беляева, Школьника, Гордона, Виленского, Бертрана, Гоффа и др., изучавших влияние солей марганца, меди, цинка, кобальта, брома, фтора на углеводный обмен в организме животных и человека при норме и патологии.

Среди микроэлементов, как показали исследования ряда авторов (Злотарев и др.), определённую роль в течении физиологических процессов играет кадмий.

Исходя из того, что кадмий находится в одной и той же группе

периодической системы элементов что и цинк, а также на основании имеющихся литературных данных о влиянии солей цинка на углеводный обмен, можно теоретически предположить, что и соли кадмия оказывают определённое воздействие на указанный обмен.

С целью проверки этого предположения было проведено целый ряд опытов на кроликах и собаках.

В первой серии наших исследований мы изучали влияние хлористого и уксуснокислого кадмия на содержание сахара в крови кроликов и собак.

Для выяснения этого вопроса у опытных животных исследовалась кровь натощак, а также через 1, 2 и 3 часа после подкожных инъекций солей кадмия, на содержание сахара в крови. В опытный период кролики получали корм, состоящий из овощей, овса и сена, а собаки мясо и овсянку.

Определение сахара производилось по методу Хагедорна-Иенсена.

Результаты некоторых опытов приведены в нижеследующих таблицах.

Таблица 1. Влияние хлористого кадмия на содержание сахара в крови кроликов

№№ опытов	Дата опыта	№№ кроликов	Норма	Время после инъекции			Д О З А
				1 ч.	2 ч.	3 ч.	
14	29. XII. 47	1	84	75	87	98	Введено под кожу 0,2 мг кадмия про kilo
19	7. I. 48	2	77	88	111	102	
20	10. I. 48	1	85	95	89	70	
21	" "	2	85	97	112	106	
2	10. XII. 47	4	88	93	85	109	Введено под кожу 0,5 мг кадмия про kilo
3	11. XII. 47	3	95	117	118	78	
5	13. XII. 47	3	109	125	113	104	
22	13. I. 48	3	96	95	102	104	
23	" "	4	99	100	107	118	
24	15. I. 48	3	87	89	95	82	
39	10. III. 48	5	93	101	113	106	Введено под кожу 5 мг кадмия про kilo
40	17. III. 48	6	118	127	122	110	
41	" "	7	110	112	136	99	
52	13. IV. 48	6	79	102	106	97	
53	" "	7	99	115	106	124	
43	24. III. 48	9	81	99	99	113	Введено под кожу 10 мг кадмия про kilo
48	30. III. 48	9	87	107	107	117	
44	24. III. 48	10	79	111	106	106	
49	30. III. 48	10	87	96	98	107	
46	27. III. 48	11	103	185	242	191	
47	27. III. 48	12	108	124	137	131	

Таблица 2. Влияние уксуснокислого кадмия на содержание сахара в крови кроликов

№№ опытов	Дата опыта	№№ кроликов	Норма	Время после инъекции			Д О З А
				1 ч.	2 ч.	3 ч.	
54	8. V. 48	14	72	97	100	100	Введено под кожу 1 мг кадмия про kilo
54	17. V. 48	15	120	116	122	124	
58	8. V. 48	15	81	98	98	100	
54	17. V. 48	16	112	117	119	134	
58	8. V. 48	16	100	97	97	113	
63	17. V. 48	14	113	126	122	134	

Продолжение таблицы 2

№№ опы- тов	Дата опытов	№№ кроли- ков	Норма	Время после инъекции			Д О З А
				1 ч.	2 ч.	3 ч.	
68	25. V. 48	16	80	116	116	110	Введено под кожу кадмия 2 мг рго kilo
67	14. VI. 48	15	88	104	115	93	
63	5. VI. 48	14	75	103	96	109	
66	9. VI. 48	16	116	166	72	70	
59	25. V. 48	14	94	118	107	114	
61	5. VI. 48	16	103	94	120	157	
59	19. V. 48	14	100	116	134	125	Введено под кожу 5 мг кадмия рго kilo
61	22. V. 48	16	96	100	112	114	
59	19. V. 48	14	95	125	132	107	
61	22. V. 48	16	89	114	120	111	
59	19. V. 48	14	105	129	129	125	
61	22. V. 48	16	105	150	—	161	

Данные, приведенные в таблицах 1—3 позволяют нам сделать следующее заключение:

1. Подкожные введения кроликам солей кадмия в дозе 5—10 мг (из расчёта на чистый металл) оказывают сильный гипергликемический эффект. Среди опытных кроликов встречались экземпляры дававшие увеличение сахара в крови свыше 100 проц. по сравнению с нормой.

2. В результате введения кроликам уксуснокислого кадмия в дозе, соответствующей 1—2 мг металла рго kilo, во всех опытах наблюдается ясно выраженный гипергликемический эффект.

3. При подкожных введениях кроликам хлористого кадмия в дозе 0,2—0,5 мг кадмия рго kilo в некоторых опытах наблюдается небольшое увеличение сахара в крови, в то время, как в других определённый эффект отсутствует.

4. Опыты, проведенные на собаках, правда в небольшом количестве, из-за недостатка места не помещённые в статью, свидетельствуют о том, что введение солей кадмия, указанным животным, оказывают аналогичное влияние на содержание сахара в крови, как и у кроликов.

5. Установив, что при введении солей кадмия вызывается увеличение сахара в крови, мы поставили опыты, в которых изучали влияние солей кадмия на адреналиновую гипергликемию. С этой целью опытным животным чередовалось введение адреналина и адреналина с хлористым кадмием. Адреналин и хлористый кадмий вводился в различные места тела животного с целью исключить возможное влияние хлористого кадмия на всасывание адреналина.

В таблице 3 мы поместили результаты опытов на 2-м кролике № 14; результаты опытов на остальных кроликах в основном не отличаются от приведенных опытов.

Таблица 3. Влияние хлористого кадмия на течение адреналиновой гипергликемии у кролика № 14

Дата опыта	Норма	Время после инъекции				Д О З А
		1 ч.	2 ч.	3 ч.	4 ч.	
24. II. 48	95	287	306	249	—	Введено под кожу 0,5 мг адреналина рго kilo
5. III. 48	130	235	240	220	180	
16. III. 48	101	252	382	388	242	
2. IV. 48	81	212	282	292	204	
Среднее	102	246	302	312	208	
Среднее в проц.	100	241	299	305	203	

Продолжение таблицы 3

Дата опыта	Норма	Время после инъекции				Д о з а
		1 ч.	2 ч.	3 ч.	4 ч.	
1. III. 48	112	257	412	360	—	Введено под кожу 0,5 мг адреналина и 1 мг кадмия pro kilo
10. III. 48	67	219	307	277	190	
23. III. 48	81	216	356	312	220	
Среднее	87	231	358	316	205	
Среднее в проц.	100	266	412	363	235	
15. IV. 48	76	264	258	240	222	Введено под кожу 0,5 мг адреналина и 5 мг кадмия pro kilo
19. IV. 48	57	276	290	242	200	
23. IV. 48	91	400	318	362	276	
26. IV. 48	101	264	332	328	346	
Среднее	81	308	299	293	261	
Среднее в проц.	100	380	369	361	322	

На основании данных, приведенных в таблицах 4 и 5 можно сделать следующие заключения:

1. Подкожные введения кроликам хлористого кадмия в дозе 5 мг (из расчёта на чистый металл) при одновременном введении 0,5 мг адреналина pro kilo вызывают усиление адреналиновой гипергликемии.

2. Хотя, как видно из таблицы, доза в 1 мг кадмия и увеличивает адреналиновую гипергликемию у кролика № 14, однако это увеличение достаточно ясно выявилось не у всех опытных животных.

На основании этого мы считаем, что указанная доза даёт не определённый эффект, на течение адреналиновой гипергликемии.

Следующая серия наших опытов заключалась в изучении влияния хлористого кадмия на течение инсулиновой гипогликемии,

Введения инсулина и кадмия кроликам производилось как и в опытах с адреналином. Всего под опытом было 8 кроликов.

В таблицах 4 и 5 мы поместили результаты опытов на 2-х кроликах; результаты опытов на остальных кроликах мало отличаются от приведенных.

Таблица 4. Влияние хлористого кадмия на течение инсулиновой гипогликемии у кролика № 16

Дата опыта	Норма	Время после инъекции			Д о з а
		1 ч.	2 ч.	3 ч.	
29. XII. 48	85	50	45	68	Введено под кожу 0,5 МЕ инсулина pro kilo
8. I. 49	93	57	39	45	
12. I. 49	98	57	59	72	
1. II. 49	86	61	50	59	
Среднее	91	56	48	61	
Среднее в проц.	100	62	53	67	
7. XII. 48	97	70	63	65	Введено под кожу 0,5 МЕ инсулина и 1 мг кадмия pro kilo
4. II. 49	96	48	35	62	
8. II. 49	96	61	55	59	
12. II. 49	103	62	55	42	
Среднее	93	60	52	57	
Среднее в проц.	100	64	56	61	

Продолжение таблицы 4

Дата опыта	Норма	Время после инъекции			Д О З А
		1 ч.	2 ч.	3 ч.	
18. I. 49	82	58	58	59	Введено под кожу 0,5 МЕ инсулина и 5 мг кадмия pro kilo
26. I. 49	90	61	75	99	
16. II. 49	102	84	56	38	
19. II. 49	92	75	75	79	
26. II. 49	111	65	45	38	
Среднее	95	69	62	63	
Среднее в проц.	100	72	65	65	

Таблица 5. Влияние хлористого кадмия на течение инсулиновой гипогликемии у кролика № 18

Дата опыта	Норма	Время после инъекции			Д О З А
		1 ч.	2 ч.	3 ч.	
29. XII. 48	92	66	61	64	Введено под кожу 0,5 МЕ инсулина pro kilo
8. I. 49	88	52	66	77	
12. I. 49	96	68	75	90	
1. II. 49	95	74	68	88	
4. III. 49	103	81	112	112	
Среднее	95	70	76	86	
Среднее в проц.	100	79	80	90	
7. XII. 48	97	66	63	61	Введено под кожу 0,5 МЕ инсулина и 1 мг кадмия pro kilo
4. II. 49	89	67	57	102	
8. II. 49	98	64	73	66	
12. II. 49	100	91	105	108	
Среднее	96	72	75	84	
Среднее в проц.	100	75	78	88	
26. I. 49	99	95	102	91	Введено под кожу 0,5 МЕ инсулина и 5 мг кадмия pro kilo
16. II. 49	103	82	70	52	
19. II. 49	90	78	102	107	
26. II. 49	105	125	103	98	
28. II. 49	112	107	102	125	
7. III. 49	93	111	105	102	
Среднее	100	100	97	111	
Среднее в проц.	100	100	97	111	

Из приведенных таблиц можно сделать такие заключения:

1. Введение под кожу кроликам 1 мг кадмия и 0,5 МЕ инсулина pro kilo не дают определённого эффекта на течение инсулиновой гипогликемии.

2. При одновременном изолированном введении 0,5 МЕ инсулина и 5 мг кадмия pro kilo у всех животных наблюдается более-менее резкое ослабление гипогликемического действия инсулина. Интересно отметить довольно значительные индивидуальные колебания воздействия кадмия на течение инсулиновой гипогликемии. В то время, как у кроликов № 17 и № 18 понижение кривой инсулиновой гипогликемии, как правило, было не значительным, у кроликов № 15 и № 19 при одновременном введении кадмия и инсулина в большинстве опытов гипогликемическое действие инсулина совершенно не проявлялось.

ВЫВОДЫ

1. В изученных нами дозах соли кадмия увеличивают содержание сахара в крови.

2. Анион соли кадмия мало влияет на гипергликемический эффект.

3. Хлористый кадмий в дозах 1—2 мг pro kilo не оказывает определённого влияния на течение адреналиновой гипергликемии и инсулиновой гипогликемии.

4. Большие дозы солей кадмия повышают адреналиновую гипергликемию и уменьшают инсулиновую гипогликемию.

В заключение надо отметить, что данные наши исследования являются лишь первым этапом в изучении вопроса о влиянии солей кадмия на углеводный обмен.

Дальнейшие исследования по данному вопросу нами продолжаются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астанин. Биохимия. Огиз—Сельхозгиз, 1947 г.
2. Бертран, Машебэф. Известия французской Академии наук, т. 180, 1925 г., т. 182, 1926 г., т. 183, 1926 г.
3. Беренштейн, Школьник. Физиологический журнал СССР, т. XIX, № 4, 1935 г.
4. Беренштейн, Шифрина. Бюллетень эксперим. биологии и медицины, т. XII, в. 5—6, 1941 г.
5. Беренштейн. Успехи современной биологии, т. XXV, в. 2, 1948 г.
6. Беляев. Физиологический журнал СССР, т. 25, стр. 741, 1938 г.
7. Школьник. К вопросу о влиянии солей марганца и меди на углеводный обмен. Кандидатская диссертация 1943 г.
8. Гордон, Виленский. Клиническая медицина № 7, 1934 г.
9. Злотаров. Кадмий и энзимные процессы, физиологический журнал СССР, т. XXI, выпуск 5—6, 1936 г.
10. Злотаров. Кадмий и окислительные энзимы. Успехи биологической химии, выпуск XIII, 1937 г.