

Простой способ количественного определения мышьяка в крови.

А. Н. Полякова и Н. П. Колоколова.

Хотя по вопросу о количественном определении As в крови существует значительная литература (Стрижевский, Ванг и др.), но сложность манипуляций при определении этого элемента, малая стойкость штандартов при колориметрических определениях по Marsch'y и др. способам, необходимость готовить эти штандарты ex tempore и невозможность титирного определения весьма малых количеств As—сделали то, что определение As не так широко распространено в лабораторной практике клиник, как это, казалось бы, нужно в некоторых случаях мышьяковой терапии.

Нужда в простом и удобном способе определения количеств As в крови,—способе, не требующем сложной аппаратуры, послужила поводом для нас искать такой способ, причем мы, естественно, должны были прежде всего остановиться на весьма простой и чувствительной реакции, предложенной Feigl'ем в 1923 году.

Действительно, простота производства реакции Feigl'я, ее большая чувствительность (1 : 1.000.000), главное же—возможность применять ее для колориметрического определения As в крови и др. биологических жидкостях, а равно тканях и органах,—все это говорит в пользу данной реакции. Способ Feigl'я состоит в том, что к исследуемой на As пробе приливаются несколько капель насыщенного на холду раствора $(\text{NH}_4)_2 \text{MoO}_4$ и затем избыток солянокислого раствора SnCl_2 . Если мышьяк отсутствует, то появляющееся сначала синее окрашивание при нагревании исчезает, и раствор становится желтым или бурым. Напротив, в присутствии As это синее окрашивание сохраняется, причем его интенсивность зависит от количества As; последнее и дает возможность применить эту реакцию для колориметрического определения As.

При очень малых количествах As посинение может маскироваться бурыми продуктами восстановления Mo до его низших окислов. В этом случае рекомендуется взбалтывание с амиловым алкоголем, который извлекает синий окисел Mo, окрашиваясь в синий цвет. Открытие As удаётся в растворе, когда в 1 литре находится 0,001 грамм. As.

Для этой реакции необходимо, далее, чтобы As находился в виде мышьяковой кислоты.

По чувствительности реакция эта превосходит реакции Marsch'a, Gutzent'a, Reinsch'a, Flückiger'a и Lehmann'a; превосходит их она и по простоте производства и стойкости штандарта. Втечение 2 меся-

цез при стоянии на рассеянном дневном свете (на столе) штандарт не изменяет, как мы убедились, интенсивности своей окраски.

Путем многочисленных проб мы убедились, затем, в полной возможности путем этой реакции определять количества As колориметрически.

Для примера приведем в нижеследующей таблице результаты определения As в растворе, содержащем 0,070% As_2O_5 (штандартным раствором был 0,01% раствор As_2O_5 ; испытуемого раствора было взято 1 куб. с., 0,8 куб. с., 0,6 куб. с., 0,4 куб. с. и 0,2 куб. с.):

№ проб	Колич. в штандар.	Найдено в исследуем. раствор.	Должно быть	Разница в % %
1	0,0007	0,00064	0,00075	-0,00006
2	0,0005	0,00051	0,00056	-0,00005
3	0,00035	0,00038	0,00042	-0,00004
4	0,00025	0,00022	0,00028	-0,00006
5	0,00015	0,00012	0,00014	-0,00002

Из этой таблицы видно, что результаты колориметрирования можно считать вполне удовлетворительными.

Дальнейшей нашей задачей было — путем этой реакции открыть As в крови и попытаться его количественно определить. Кровь бралась от больных сифилисом до и после введения сальварсана. Уже ориентировочные опыты убедили нас в том, что кровь (сыворотка) до введения арсенопрепарата этой реакции не дает, тогда как после введения их в кровь или интрамускулярно получается положительная реакция.

Методика исследования, которой мы пользовались, следующая: 2 куб. с. сыворотки выпаривалось с 1 куб. с. царской водки на кипящей водяной бане досуха, сюда снова добавлялось 1 или 2 куб. с. царской водки и снова выпаривалось досуха; проделав такое выпаривание с царской водкой несколько раз, мы обрабатывали остаток водой и еще раз досуха выпаривали, после чего растворяли сухой остаток в 20 куб. с. воды и этот раствор исследовали на содержание As. Для этого к 5 куб. с. испытуемого раствора прибавлялось 3—5 кап. насыщенного на холоду раствора $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ и солянокислого раствора SnCl_2 до появления серого оттенка в синеокрашенной мутной жидкости, раствор кипятился, иначе при кипячении просветлялся, а вместе с тем исчезала и синяя окраска (количества As в пробах были очень малые), и жидкость принимала буровато-зеленый или желтовато-зеленый цвет. После охлаждения прибавлялось 3 куб. с. амилового алкоголя, и жидкость сильно встряхивалась, чтобы амиловый алкоголь лучше извлек синюю окраску, после чего поверх водного раствора всплыval слой амилового алкоголя, окрашенный в синий цвет той или иной интенсивности в зависимости от количества As. Этот амилоалкогольный слой и колориметрировался со штандартом в компараторе Mischaelis'a.

В подтверждение возможности этим путем определить количество As в крови после арсенотерапии приводим следующий пример, где большому было введено 0,6 грам. неосальварсана:

Исследов. после введения	Количество
До введения	0
½ часа спустя	0,005%
На 2-й день	Следы
На 3-й день	0,002%
На 4-й день	0,003%
На 5-й день	0,0001%

Так как возможны возражения, что указанные выше манипуляции при обработке крови могут повести к потере As, нами был поставлен ряд проб с обработкой таким же образом растворов сальварсановых препаратов.

Для примера приведем результаты, полученные с раствором Neoarsphenamin'a:

Теоретич. колич.	Найдено
0,038 грам.	0,035 грам.

Таким образом реакция Feigl'a, по нашему мнению, является весьма простым и удобным способом как качественного, так и количественного определения As в крови—способом, легко выполнимым по своей простоте и несложности не только в клинической, но и простой больничной обстановке.

Нам кажется, что реакция эта, позволяя определять As в крови и выделениях организма (последняя работа, а равно подбор постоянного красочного штандарта для колориметраAuthenrith'a ведутся одним из нас) дает возможность вместе с тем следить как за поступлением в кровь, так и за выделением из организма As, а это, в свою очередь, позволяет учитывать как терапевтический эффект, так и перегрузку организма мышьяком.

ГЛАВНЕЙШАЯ ЛИТЕРАТУРА.

Feigl und Neuberg. Zeitsch. f. analit. Chemie, B. 62.—Treadwell. Курс аналитической химии, т. I, ГИЗ, 1927.—Бурнашев. Дисс. СПБ. 1912.—Bang. Biochem. Zeitschr., B. 161.