

Из Физиологической лаборатории Казанского гос. медицинского ин-та.

Зав. проф. А. Ф. Самойлов.

К вопросу о механизме сосудорасширения при раздражении антидромных нервов.

1. О сосудорасширяющих свойствах крови при раздражении задних чувствительных корешков.

А. В. Кибякова.

(С 6 кривыми).

Stricker¹⁾ первый указал на существование сосудорасширяющих волокон в задних чувствительных корешках. Bayliss²⁾, подтвердив опыты Stricker'a, на основании своих собственных наблюдений пришел к следующим выводам: 1) Сосудорасширяющие волокна передних и задних конечностей млекопитающих проходят исключительно через задние корешки. 2) Сосудорасширяющие волокна идентичны чувствительным нитям задних корешков, и их трофический центр находится в соответствующем межпозвоночном ганглии. 3) Чтобы вызвать на периферии сосудорасширение, процесс возбуждения по этим волокнам идет центробежно, т. е. обратно закону Bell-Magendie. Такой процесс Bayliss назвал „антидромным“. Langley³⁾ по вопросу о механизме сосудорасширения при возбуждении этих волокон пишет, что известные в настоящее время факты недостаточны, чтобы судить, производится ли антидромное сосудорасширение чувствительными нервными окончаниями в капиллярах, или в момент возбуждения чувствительных волокон на периферии происходит освобождение метаболитов, вызывающих расширение капилляров и мелких вен кожи. Непрямые доказательства благоприятствуют последней теории. Thomas Lewis и Marvin H.⁴⁾ указывают, что сосудорасширение при раздражении антидромных нервов продолжается более долгое время, если перед раздражением зажатием соответствующей артерии нарушить кровоток. Опыты указанных авторов показывают, что освобожденные метаболиты уносятся током крови от места их образования. Тем самым устраняется причина длительного местного сосудорасширения при нормальных условиях в организме.

Наши опыты представляют попытку найти более прямые доказательства теории антидромной функции, а именно: попытку уловить эти метаболиты и по возможности определить их химическую природу. В настоящем сообщении мы приводим пока лишь данные, касающиеся изменения вазомоторных свойств крови и раствора Ringer'a (протекающего через сосуды лягушки) под влиянием раздражения задних чувствительных корешков.

1 серия. Опытными животными служили нам кошки и кролики. Под эфирным наркозом у этих животных отсепаровывалась v. femoralis; на уровне трех последних поясничных и двух крестцовых позвонков вскрывался спинно-мозговой канал. Периферические концы двух последних поясничных и первого крестцового чувствительных корешков были взяты на погружные электроды с петлей Hering'a. Через 30 минут после препаровки из отсепарованной вены шприцем (через иглу) набиралось две порции крови по см.³ каждая. Первая порция до раздражения, вторая тотчас же после первой, но уже во время раздражения упомянутых корешков. Раздражение производилось индукционным током с расстоянием катушек в 150-мм и длительностью не более 1 минуты, за каковой срок можно легко набрать

требуемое количество крови. Взятие второй порции производилось через 20" после начала раздражения, когда уже удавалось заметить большее набухание вен сравнительно с их состоянием до раздражения. Каждая порция крови немедленно после взятия разбавлялась раствором Ringer'a (1:100). Полученные таким образом жидкости, помещенные в мариоттовские сосуды, пропускались через сосуды уха кролика по способу Кравкова под равным давлением водного столба обеих жидкостей (30—35 см.). Ухо кролика употреблялось в каждом случае отрезанное в день опыта. Опыт пропускания жидкостей через ухо длился 20—30 минут, не считая предварительной промывки сосудов уха пропусканием раствора Ringer'a (20 м.). Вытекающие из уха капли путем воздушной передачи записывались на кимографе. В качестве контроля правильности условий опыта служило: 1) отсутствие признаков начинающегося свертывания в пропускаемой жидкости; 2) отсутствие отека в мышечной части уха; 3) равенство количества втекающей и вытекающей жидкости. Рис. 1 иллюстрирует запись капель, вытекающих из уха. На верхней линии видно постепенное учащение капель, вызванное сменой жидкостей: от полученной до раздражения крови к полученной во время раздражения корешков. На нижней линии—постепенное урежение капель, вызванное сменой тех же жидкостей, но в обратном порядке. Под каждой записью капель отмечено время в секундах.

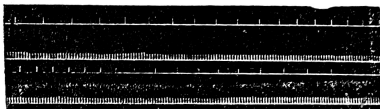


Рис. № 1.

Таблица № 1¹⁾.

Вид животного	№№ опытов	Количество капель в 1 минуту							Давление столба жидкости
		Ringer	N	X	N	X	N	Ringer	
кошки	1	16	4	6	3	4	3	18	35
	2	24	6	8	4	6	—	22	35
	3	20	3	5	3	4	2	20	30
кролики	4	45	45	52	49			50	35
	5	40	32	37	33			36	30
	6	27	20	26	18			26	30
	7	35	30	39	30			35	30

Из приведенной таблицы видно, что количество капель, вытекающих из уха, больше при протекании разбавленной крови, взятой во время раздражения задних чувствительных корешков, что можно объяснить только расширением сосудов уха. Такие же опыты производились с кровью, взятой у кошки при тех же условиях, но перед пропусканием через сосуды уха либо *дефибринированной*, либо *сыворотки крови кошки* в таком же и в меньшем разбавлении, но эти опыты не дали подобного результата.

Без результата были и опыты с кровью, взятой у кошки при расширении сосудов после перерезки n. ischiadici; в этих опытах для сравнения служила кровь, взятая из v. femoralis другой конечности с неперерезанным нервом.

II серия. Во второй серии опытов мы интересовались влиянием крови, взятой во время раздражения задних чувствительных корешков на сосуды в целом организме.

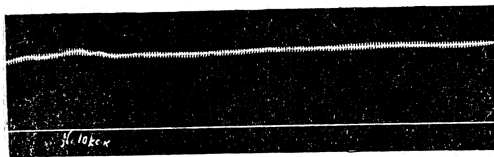
¹⁾ N—обозначена разбавленная кровь, взятая до раздражения, X—во время раздражения корешков.

В наших четырех опытах экспериментальным материалом были кошки. Под эфирно-хлороформным наркозом в периферический конец обеих *vv. femoralis* одной кошки, весом не менее 3500 грамм, вставлялись стеклянные канюли с короткими резиновыми трубками; вскрывался спинно-мозговой канал так же, как и в 1-ой серии наших опытов и те же задние корешки были взяты на погружные электроды.

У другой кошки, обычно с значительно меньшим весом, под тем же наркозом в центральный конец одной из *v. femoralis* также вставлялась канюля с резиновой трубкой. Вскрыт спинно-мозговой канал на уровне 2—3 шейных позвонков. Перерезаны оба *nn. vagi*. На кимографе записывалось кровяное давление в *art. carotis* по способу *Ludwig'a*. В начале опыта кошке вводился в вену 1 см.³ на кило веса 1% раствора кураре. Опыт проводился при искусственном дыхании.

После выравнивания кровяного давления, пониженного введением кураре, в *v. femoralis* последней кошки шприцем вливалась порциями по 10 см.³ кровь, взятая из периферического конца той же вены первой кошки. К каждой порции крови во избежание ее свертывания прибавлялось по 1 см.³ 20% раствора щавелевокислого калия. Вливание крови производилось в следующем порядке: сначала вливалась кровь, взятая до раздражения, затем, взятая во время раздражения задних корешков и наконец, взятая после раздражения. После этого у второй кошки перерезался спинной мозг между 2—3 шейным позвонком. Выждав выравнивание кровяного давления, снова вводился в таком же порядке три порции крови, взятой у первой кошки из другой *v. femoralis*. Вливание каждой порции крови продолжалось 1 минуту с интервалами между каждым введением в 15 минут. Раздражение корешков производилось так же, как и в 1-ой серии. При раздражении было заметно усиление кровотока из вены. Вводилась только кровь, взятая у кошки, у которой при раздражении не наблюдалось видимых сокращений мышц. Перед каждым взятием крови у первой кошки канюля, вставленная в *v. femoralis*, тщательно промывалась раствором *Ringer'a* и выпускалось около 2 см.³ застоявшейся крови. Также промывалась и канюля у второй кошки перед каждым вливанием крови.

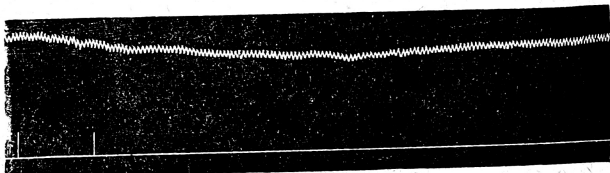
Привожу кривые, полученные в опыте № 9 (крив. №№ 2—5)¹⁾.



Крив. 2 (1/3 нат. вел.). Кривая кровяного давления; при введении 10 см.³ крови, взятой от другого животного до раздражения корешков, заметно постепенное незначительное повышение кровяного давления. Внизу отметка начала и конца вливания крови, как и в последующих кривых.

медленнее и в двух наших опытах почти без последующего выравнивания. Вливание третьей порции крови до перерезки спинного мозга в 3-х опытах дало появление сосудистых волн (волны *Traube-Hering'a*). Кривые, иллюстрирующие влияние введения крови, взятой до раздражения и после

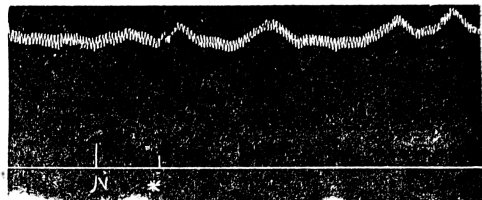
Приведенные кривые ясно демонстрируют падение кровяного давления при введении в кровяное русло животного крови, взятой из вены конечности другого животного во время раздражения задних чувствительных корешков. Такой результат наблюдался во всех наших четырех опытах, причем при перерезанном спинном мозге выравнивание кровяного давления всегда происходило значительно



Крив. 3 (1/2 нат. вел.). Кривая кровяного давления. Внизу та же отметка, что на крив. № 2. При введении крови, взятой у другого животного, но уже во время раздражения задних корешков, вызывается понижение давления, а затем постепенное его выравнивание.

¹⁾ При фотографировании кривых не соблюдался размер оригинала.

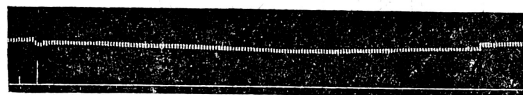
раздражения, животному с перерезанным спинным мозгом ничем существенно не отличались от таких же кривых, полученных до перерезки спинного мозга. Резкое падение кровяного давления после перерезки спинного мозга являлось показателем полной поперечной перерезки мозга. Контрольными опытами служили нам опыты с вливанием крови, взятой после перерезки *p. ischiadici*.



Крив. 4. Тот же опыт. При введении 10 см.³ крови, взятой после раздражения, видно на слабом постепенном подъеме кровяного давления резко выраженные Graube-Hering'овские волны.

Кроме того производились такие же опыты с кровью кошки, лишенной фибрина.

У животного из канюли *art. sa-totis* бралась кровь в количестве 40—50 см.³, дефибрировалась и снова вливалась в *v. jugularis* этой же кошки. Так проделывалось до тех пор, пока кровь,



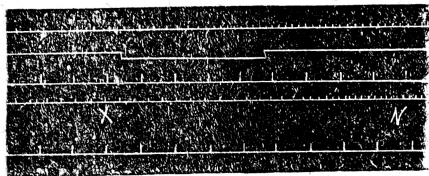
Крив. 5. Тот же опыт, но у животного, которому вводится кровь, перерезан спинной мозг между 2—3 шейным позвонком. При вливании 10 см.³ крови, взятой во время раздражения корешков, заметно понижение кровяного давления с очень постепенным выравниванием. Остановка кимографа—3 минуты.

взбываемая стеклянной палочкой уже не давала нитей фибрина в продолжение 15 минут. Введение крови, взятой при указанных условиях у такой кошки, другому животному не оказывало подобного влияния на кровяное давление последнего. Для предупреждения свертывания крови употреблялся также и наганол. Это вещество в количестве 0,35 на кило веса животного вводилось после презаровки в вену первой кошки, у которой бралась кровь. Эти опыты дали тот же эффект,

что и опыты с приведенными кривыми. Но этот эффект был менее выраженным на фоне постепенного понижения кровяного давления, которое происходило при введении животному каждой порции крови, взятой у другого животного, содержащей наганол.

III серия. В третьей серии опытов нашей целью являлось уловить эти сосудорасширяющие вещества или точнее получить их в более простом, чем кровь, растворе, например, в растворе Ringer'a.

С этой целью приготавливался препарат лягушки по L wen'y с неповрежденным спинным мозгом. Удалением тел позвонков вскрывался спинно-мозговой канал. На платиновые электроды с петлей Негинг'a клались 7, 8 и 9 дорзальные корешки обеих сторон; все вентральные и остальные дорзальные корешки срезались. Через сосуды препарата пропускался раствор Ringer'a под давлением столба жидкости в мариоттовом сосуде в 12 ст. В некоторых опытах к раствору Ringer'a прибавлялся *adrenalin* в разведении 1:10.000.000 с целью получить на адреналиновом тунусе больший эффект сосудорасширения при раздражении дорзальных корешков. Опыты производились с регистрацией вытекающих капелек. Вытекающая из препарата как до раздражения, так и во время раздражения жидкость поступала в отдельные стаканчики. Раздражение производилось индукционным током с расстоянием катушек в 170—200 мм., продолжительностью в 4—5 минут. Корешки обычно раздражались в каждом опыте по 2 раза с промежутком между каждым раздражением в 10 минут. Полученные таким образом две жидкости, одна, протекающая через сосуды препарата до раздражения, другая во время раздражения дорзальных корешков, в количестве 8—10 см.³ пропускались при том же давлении через препарат L wen'a другой лягушки. Сначала пропусклась жидкость, полученная до раздражения, затем жидкость, полученная во время раздражения и, наконец, снова первая жидкость. Также регистрировались вытекающие из венозной канюли препарата капли и кроме того измерялся объем за 3 минуты втекающей и вытекающей жидкости. Опыт пропускания жидкостей продолжался 25—30 минут. Препарат предварительно промывался раствором Ringer'a 10 минут.



Крив. 6. Запись капель в опыте №14. Верхняя линия—эффект раздражения дорзальных корешков, следующая линия—отметка раздражения корешков, ниже—время в 1'. Нижняя линия—пропускание жидкости, полученной во время раздражения корешков от первого препарата. X—начало пропускания этой жидкости, сменившей жидкость, полученную до раздражения.

Таблица № 2¹⁾.

№№ опытов	N			X		
	Объем вытекающей жидкости в см. ³ за 1'	Количество капель в 1'	Объем вытекающей жидкости в см. ³ за 1'	Объем вытекающей жидкости в см. ³ за 1'	Количество капель в 1'	Объем вытекающей жидкости в см. ³ за 1'
1	—	10	—	—	14	—
2	1.6	12	1.6	1.8	15	1.8
3	1.5	12	1.5	1.8	16	1.8
4	1.4	13	1.4	1.5	14	1.5
5	1.0	11	1.0	1.6	16	1.6
6	1.2	10	1.1	1.4	11	1.3
7	1.0	10	1.0	1.4	14	1.4

Адреналиновый тонус.

Таблица № 3¹⁾.

№№ опытов	N			X		
	Объем вытекающей жидкости в см. ³ за 1'	Количество капель в 1'	Объем вытекающей жидкости в см. ³ за 1'	Объем вытекающей жидкости в см. ³ за 1'	Количество капель в 1'	Объем вытекающей жидкости в см. ³ за 1'
8	0.8	6	0.8	1.0	9	1.0
9	0.5	4	0.5	0.7	6	0.7
10	0.7	5	0.7	0.9	9	0.8
11	—	3	—	—	4	—
12	—	4	—	0.8	7	0.7
13	0.5	5	0.5	1.0	9	1.0
14	—	3	—	0.5	5	0.5
15	0.6	5	0.6	0.9	8	0.7

Пропускание первой жидкости после второй давало вновь уменьшение количества капель в большинстве опытов, приведенных в таблице № 3, но обычно после промежутка времени в 10—12 м.

Приведенные таблицы указывают, что и раствор Ringer'a приобретает сосудорасширяющие свойства при пропускании его через сосуды, расширенные раздражением дорзальных корешков.

¹⁾ N—обозначена первая жидкость, полученная до раздражения, X—полученная во время раздражения дорзальных корешков.

Контрольными опытами были опыты с перерезкой *sympathicus'a*: у лягушки, приколотой на пробковой пластинке, вскрывался живот, срезались внутренности и приготавлился препарат по L ä w e n'у с неповрежденным спинным и головным мозгом, бралась на лигатуру симпатическая цепь. При том же давлении, как и в основных опытах, пропускался раствор Ringer'a. В середине опыта 5 нижних *gami communicantes* симпатической цепи обеих сторон быстро перерезались острыми ножницами.

В 2-х опытах мы получили расширение сосудов тотчас же после перерезки; в остальных четырех сосудорасширение наступило через 15—20 минут. Были и опыты, когда не удавалось дождаться расширения сосудов; они не использовались. Также в этих опытах собиралось две жидкости; одна до перерезки, другая при расширении сосудов после перерезки п. *sympathici*. Обе жидкости так же как и в опытах с приведенными таблицами пропускались через другой препарат по L ä w e n'у. Но ни в одном случае мы не имели увеличения числа капель при пропускании жидкости, собранной во время сосудорасширения, вызванного перерезкой *sympathicus'a*.

Наши опыты приводят нас к следующим выводам:

1. При раздражении задних чувствительных корешков кровь соответствующей конечности приобретает сосудорасширяющие свойства.
2. Сосудорасширение, вызванное такой кровью, периферического происхождения.
3. Такие же свойства приобретает и раствор Ringer'a при пропускании его через сосуды конечности.
4. Наши опыты говорят в пользу теории Langley'я об антидромной функции в смысле освобождения метаболитов, вызывающих сосудорасширение.
5. Полученные результаты дают нам возможность продолжать разработку вопроса о механизме сосудорасширения в направлении изменения биологических свойств крови, ее химического свойства под влиянием возбуждения нервной системы.

Литература: 1) Stricker. Med. Jahrbuch. 1876.—2) Bayliss. The jour. of phys. Vol. XXVI. 1900—1901.—3) Langley. Ibid. Vol. LVII, LVIII. 1923.—4) Thomas Lewis и Marvin H. Ibid. Vol. LXII. 1927.

From the physiological laboratory of the Kazan State Medical Institute.

On the mechanism of the vasodilatatory effect of stimulation of the antidromic nerves. By A. W. Kibjakow. Blood, taken from the vein of the hind leg during stimulation of the posterior roots of the last two lumbalic and the first sacral nerves gives a marked dilatating effect on the blood-vessels of an isolated rabbit ear; when perfusing the ear the blood was diluted 1:100 with Ringer-solution.

The same effect is given by Ringer-solution, perfused through the vessels of the hind extremity during the stimulation of the corresponding nerve-roots.