

УДК 612.827:612.015.31

Э. С. АНДРИАСЯН, Л. Г. ГРИГОРЯН

## ВЛИЯНИЕ РАЗДРАЖЕНИЯ МОЗЖЕЧКА НА СОДЕРЖАНИЕ РЯДА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В КРОВИ

Изучено влияние электростимуляции червя и полушария мозжечка на микроэлементный состав периферической крови и ее фракции.

Установлено, что раздражение червя мозжечка вызывало уменьшение количества исследуемых микроэлементов в цельной крови и лейкоцитарной фракции и увеличение в плазме и эритроцитах различной степени выраженности и достоверности. Раздражение полушария мозжечка не вызывает закономерных и достоверных сдвигов в содержании микроэлементов в крови и ее фракциях.

На значение мозжечка, как важного интегративного центра головного мозга, играющего значительную роль в регуляции не только моторной, сенсорной, но и вегетативной функции организма, неоднократно указывалось в работах как отечественных, так и зарубежных авторов [5, 6, 8, 10, 11, 12].

Однако вопрос нервной регуляции микроэлементов, и в частности роль мозжечка в этом процессе, в доступной нам литературе не нашел должного освещения. Между тем, обмен микроэлементов, находясь в тесной связи с обменом витаминов, гормонов, ферментов и с другими жизненно важными процессами, является одним из ярких показателей вегетативной функции и может более точно отразить особенности взаимоотношений, складывающихся между мозжечком и вегетативной нервной системой.

В настоящей работе мы попытались установить те изменения, которые претерпевает микроэлементное равновесие в крови в результате раздражения различных отделов мозжечка. Минеральный состав крови, определяемый обменом веществ в организме, довольно тонко отражает его изменения, что проявляется в количественных разносторонних колебаниях микроэлементов.

Влиянию мозжечка на микроэлементный состав крови посвящена работа Э. С. Андриасян [2], в которой, однако, исследовалась ограниченная группа микроэлементов в цельной крови, играющих важную роль в кроветворении.

Мы задались целью изучить более широкий спектр микроэлементов (P, Fe, Mg, Mn, Si, Al, Ca, Cu, Zn, Ti) как в цельной крови, так и в ее фракциях, что, несомненно, более верно отразит те изменения, которые разыгрываются между клеточными компонентами и плазмой.

Опыты проводились на 7 беспородных собаках-самцах в возрасте 3—5 лет. Животные содержались на одинаковом пищевом режиме.

Раздражение червя и полушарий мозжечка производилось у собак с предварительно вживленными биполярными субдуральными электродами.

Лейкоцитарная пленка отделялась по методу М. Г. Кахетелидзе [10].

Определение микроэлементов производилось путем эмиссионно-спектрального анализа (СП-28) в модификации Р. А. Айдиняна [1]. При учете данных последние расценивались нами в сравнительном аспекте: бралось соотношение данного элемента с внутренней введенной нами константой (ванадий) и выражалось в относительно количественных величинах. Результаты исследований обрабатывались методом вариационной статистики по Стьюденту.

Изучение минерального состава у интактных собак выявило следующее распределение исследуемых микроэлементов в крови и ее фракциях (табл. 1).

Таблица 1  
Содержание микроэлементов в крови у интактных собак

Элемент	Кровь $M \pm m$	Плазма $M \pm m$	Эритроциты $M \pm m$	Лейкоциты $M \pm m$
P/V	$0,71 \pm 0,04$	$0,15 \pm 0,02$	$0,81 \pm 0,07$	$1,23 \pm 0,33$
Fe/V	$1,57 \pm 0,19$	$0,14 \pm 0,01$	$1,23 \pm 0,01$	$0,80 \pm 0,21$
Mg/V	$0,89 \pm 0,07$	$0,25 \pm 0,05$	$0,84 \pm 0,07$	$0,96 \pm 0,33$
Mn/V	$0,59 \pm 0,05$	$0,14 \pm 0,01$	$0,67 \pm 0,06$	$0,74 \pm 0,16$
Si/V	$2,34 \pm 0,33$	$0,67 \pm 0,07$	$1,22 \pm 0,14$	$2,05 \pm 0,52$
Al/V	$1,29 \pm 0,11$	$0,45 \pm 0,09$	$0,80 \pm 0,07$	$1,99 \pm 0,50$
Ca/V	$1,07 \pm 0,11$	$0,58 \pm 0,32$	$0,99 \pm 0,09$	$1,08 \pm 0,28$
Cu/V	$1,48 \pm 0,19$	$0,98 \pm 0,11$	$0,81 \pm 0,07$	$1,53 \pm 0,33$
Zn/V	$0,65 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,02$	$0,67 \pm 0,06$	$0,65 \pm 0,17$
Ti/V	$0,79 \pm 0,07$	$0,18 \pm 0,02$	$0,86 \pm 0,06$	$0,85 \pm 0,20$

Из таблицы видно, что перечисленные микроэлементы в форменных элементах содержатся больше, чем в плазме, что, по-видимому, объясняется их активной ролью в дыхательной и защитной функциях крови.

Наши данные относительно распределения Fe, Mg, Si, Al, Ca, Cu, P совпадают с литературными [7, 9]. Имеющиеся данные о Ti крайне разноречивы ввиду его недостаточной изученности и не согласуются с полученными нами. Что касается Zn, то полученные нами данные (эритроциты —  $0,67 \pm 0,06$ , лейкоциты —  $0,65 \pm 0,17$ , плазма —  $0,15 \pm 0,02$ ) не совпадают с литературными [3], отмечающими малое содержание Zn в лейкоцитах (3%). Однако вычисление Zn в 1 млн. форменных элементов указывает на большее (в 25 раз) содержание его в лейкоцитах, особенно в эозинофилах и нейтрофилах, по сравнению с эритроцитами.

Присутствие Zn в многочисленных ферментах (фосфатаза, альдолаза, пептидаза и др.), принимающих участие в обмене белков, углеводов, в процессах клеточного дыхания, говорит в пользу высокого содержания его в лейкоцитах.

Включение Zn в металлоэнзимогольную ангидразу, а также тесный параллелизм между активностью фермента и количеством микроэлементов обуславливает его большое содержание в эритроцитах.

Результаты наших исследований, установивших сравнительно более высокое содержание некоторых микроэлементов (Cu, Al, Si, P, Mn, Mg) в лейкоцитах по сравнению с эритроцитами, согласуются с данными В. М. Лившица [3], что, вероятно, можно объяснить их активным участием в физиологических процессах организма, а также наличием в них ряда ферментативных систем.

Дать объяснение установленному нами распределению микроэлементов в лейкоцитах на сегодняшний день не представляется возможным ввиду недостаточной изученности данного вопроса.

Влияние электростимуляции червя мозжечка на содержание микроэлементов в реакциях крови представлено в табл. 2.

Таблица 2

Содержание микроэлементов в крови до и после раздражения червя мозжечка

Элемент	Достоверность, время	Кровь M±m	Плазма M±m	Эритроциты M±m	Лейкоциты M
P/V	до	0,70±0,08	0,14±0,02	0,65±0,05	1,10
	после P	0,52±0,03 >0,1	0,28±0,03 >0,05	0,73±0,02 >0,2	0,68
Fe/V	до	2,02±0,25	0,13±0,02	0,94±0,02	0,87
	после P	0,92±0,11 >0,05	0,24±0,05 >0,1	1,00±0,05 >0,3	0,90
Mg/V	до	0,76±0,11	0,17±0,02	0,71±0,03	0,91
	после P	0,54±0,02 >0,1	0,35±0,06 <0,02	0,84±0,03 >0,05	0,83
Mn/V	до	0,60±0,08	0,13±0,02	0,64±0,05	1,10
	после P	0,51±0,02 >0,4	0,24±0,02 >0,1	0,78±0,06 >0,02	0,66
Si/V	до	2,70±0,48	0,44±0,01	0,89±0,04	2,15
	после P	0,94±0,21 >0,05	0,47±0,09 >0,5	1,13±0,02 <0,05	1,62
Al/V	до	1,35±0,07	0,33±0,01	0,73±0,03	1,64
	после P	0,62±0,05 <0,02	0,38±0,06 >0,5	1,16±0,21 >0,1	1,41
Ca/V	до	0,91±0,09	0,51±0,06	0,86±0,06	1,15
	после P	0,69±0,03 >0,1	1,44±0,21 <0,05	1,57±0,06 <0,02	0,65
Cu/V	до	1,43±0,03	0,80±0,07	0,76±0,02	2,80
	после P	0,68±0,07 <0,01	1,10±0,11 >0,1	0,84±0,03 >0,1	1,36
Zn/V	до	0,68±0,80	0,13±0,02	0,61±0,05	1,06
	после P	0,54±0,05 >0,3	0,25±0,05 >0,1	0,72±0,02 >0,1	0,78
Ti/V	до	0,80±0,08	0,16±0,04	0,95±0,05	1,16
	после P	0,69±0,10 >0,5	0,30±0,06 >0,1	0,94±0,09 >0,5	0,87

Анализируя полученные данные, мы установили разнообразные изменения в содержании микроэлементов как в цельной крови, так и в ее фракциях. Однако при этом отмечается общая закономерность, проявляющаяся в уменьшении содержания почти всех изучаемых микроэлементов в цельной крови и лейкоцитарной фракции, и, наоборот, в увеличении их в эритроцитах и плазме (в различной степени выраженности).

Так, например, в цельной крови происходило значительное уменьшение Si ( $0,94 \pm 0,21$  при  $2,70 \pm 0,48$  в контроле), превышая исходный уровень почти в 3 раза ( $P > 0,05$ ), Al ( $0,62 \pm 0,05$  при  $1,35 \pm 0,07$  в контроле) и Cu ( $0,68 \pm 0,07$  при  $1,43 \pm 0,03$  в контроле) в 2 с лишним раза ( $P < 0,01$ ). Наряду с этим имелось недостоверное понижение содержания остальных исследуемых микроэлементов.

Снижение содержания микроэлементов отмечалось и в лейкоцитарной фракции, причем наиболее резко снизилось содержание Cu ( $1,36$  при  $2,80$  в контроле) и P ( $0,68$  при  $1,10$  в контроле), в меньшей степени Zn, Ti, Ca, Si, Al и Mn, а содержание Fe и Mg почти не подверглось изменению. Что касается плазмы крови, то здесь наблюдалась противоположная картина: увеличение содержания всех исследуемых микроэлементов. Однако достоверному увеличению подверглись лишь Mg ( $0,35 \pm 0,06$  при  $0,17 \pm 0,02$  в контроле;  $P < 0,02$ ) и Ca ( $1,44 \pm 0,21$  при контрольном уровне  $0,51 \pm 0,06$ ;  $P < 0,05$ ), а увеличение содержания остальных микроэлементов недостоверно.

В эритроцитарной фракции наблюдалось повышение содержания всех исследуемых микроэлементов, кроме Ti, содержание которого осталось неизменным. Особенно резко увеличилось содержание Si ( $1,13 \pm 0,02$  при  $0,89 \pm 0,04$  в контроле;  $P < 0,05$ ) и Ca ( $1,57 \pm 0,06$  при контрольном  $0,86 \pm 0,06$ ;  $P < 0,02$ ). Незначительные увеличения содержания остальных микроэлементов недостоверны.

Наблюдаемые сдвиги в содержании микроэлементов эритроцитарной фракции определяются, с одной стороны, выходом депонированной крови, с другой — усилением эритропоэза, о чем свидетельствуют результаты нашей предыдущей работы [2], согласно которой электрическая стимуляция червя мозжечка вызывала достоверное увеличение количества эритроцитов, ретикулоцитов и содержания гемоглобина в периферической крови, а также стимуляцию красного ростка костного мозга. Наши данные согласуются с таковыми Д. М. Бала, В. М. Лившица [3], установившими, что увеличение числа эритроцитов всегда сопровождается повышением в них содержания микроэлементов, и наоборот.

Возможно, что увеличение указанных микроэлементов в эритроцитах и плазме связано также и с переходом их из тканевых депо в результате возбуждения вегетативной нервной системы, в частности симпатической. Не исключено, что происходящие сдвиги обусловлены также внутриклеточными обменными процессами. Уменьшение ряда микроэлементов, в частности Mn, Si, Ca, Cu, Zn в лейкоцитарной фракции, по нашему мнению, связано с лейкопенией и особенно с достовер-

ным уменьшением сегментоядерных форм, что наблюдается при электростимуляции палеocerebellума [2].

Раздражение неocerebellума в тех же методических условиях не выявило определенных и достоверных сдвигов в содержании микроэлементов в различных фракциях периферической крови. Имеющиеся сдвиги в количестве микроэлементов как в цельной крови, так и в ее фракциях имеют разностороннюю направленность, более выражены в сторону повышения.

Исходя из нейрoгистологических, электрофизиологических и условно-рефлекторных исследований, свидетельствующих о теснейшей морфологической и функциональной связи между палеocerebellумом и стволовым отделом ретикулярной формации, а также симпатической нервной системой, надо полагать, что одним из важных звеньев, через которые реализуется влияние мозжечка на микроэлементное равновесие крови, являются ретикулярная формация и симпатическая нервная система [5, 6, 11].

### В ы в о д ы

1. Установлено неравномерное количественное распределение исследуемых микроэлементов в различных фракциях крови с преобладанием в клеточном составе, причем в лейкоцитах отмечается сравнительно более высокое их содержание, чем в эритроцитах.

2. Электростимуляция филогенетически различных отделов мозжечка приводит к следующим сдвигам в содержании микроэлементного состава периферической крови:

а) электростимуляция палеocerebellума вызывает уменьшение количества исследуемых микроэлементов в цельной крови и лейкоцитарной фракции и увеличение их в плазме и эритроцитах;

б) раздражение неocerebellума не вызывает закономерных и достоверных сдвигов в содержании микроэлементов в указанных фракциях крови.

Кафедра физиологии  
Ереванского медицинского института

Поступила 20/XI 1972 г.

Է. Ս. ԱՆԴՐԻԱՍՅԱՆ, Լ. Գ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ՈՒՂԵՂԻԿԻ ԳՐԳՈՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՐՅԱՆ ՄԻ ՇԱՐՔ  
ՄԻԿՐՈԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ուսումնասիրվել են ամբողջական արյան և նրա առանձին ֆունկցիաների մի խումբ միկրոէլեմենտների պարունակության կրած փոփոխությունները ուղեղիկի տարբեր մասերի (որդի և կիսագնդերի) գրգռման պայմաններում:

Հետազոտությունները կատարվել են շների վրա, որոնց մոտ նախքան ուղեղիկի գրգռումը որոշվել է մեր կողմից ընտրված միկրոէլեմենտների (P, Fe, Mg, Mn, Si, Al, Ca, Cu, Zn, Ti) քանակի ելման մակարդակը:

Ստացված տվյալները ցույց են տվել, որ այդ էլեմենտները արյան պլազմայում և ձևավոր տարրերում քանակապես բաշխված են անհամաչափ: Ձևավոր տարրերում նրանց քանակն ավելի է, քան պլազմայում, իսկ լեյկոցիտներում ավելի, քան էրիթրոցիտներում: Դա կարելի է բացատրել լեյկոցիտների առավել ակտիվ ֆունկցիայով:

Պալեոցերեբելումի գրգռումից հետո ամբողջական արյան մեջ այդ միկրոէլեմենտների քանակը պակասում է, մինչդեռ արյան պլազմայում և կարմիր գնդիկներում նրանց քանակն այս կամ այն չափով ավելանում է:

Միկրոէլեմենտների այս քանակական տատանումները կարելի է բացատրել ինչպես արյան պահեստատեղերի, այնպես էլ էրիթրոպոեզի աշխուժացած ֆունկցիայով: Չի բացառվում նաև այն հանգամանքը, որ որդի գրգռման ազդեցության տակ կարող է փոխվել նաև միկրոէլեմենտների ներբջջային փոփոխականությունը:

Նեոցերեբելումի գրգռումը ամբողջական արյան կամ նրա բաղադրիչ մասերի միկրոէլեմենտային բաղադրության մեջ չարինաչափ փոփոխություն չի առաջացնում:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Айдинян Р. А. В кн.: Сборник трудов кафедры судебной медицины ЕрМИ, в. 3. Ереван, 1961, стр. 39.
2. Андриасян Э. С. Докт. дисс. Ереван, 1968.
3. Бала Д. М., Лившиц В. М. Проблемы гематологии и переливания крови, 1965, 5, стр. 28.
4. Воймар А. И. В кн.: Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М., 1960.
5. Зимкина А. М. Докт. дисс. Л., 1943.
6. Карамян А. И. Эволюция функции мозжечка и больших полушарий головного мозга. Л., 1956.
7. Коломейцева М. Г., Габович Р. Д. Микроэлементы в медицине. М., 1970.
8. Орбели Л. А. Физиол. журнал СССР, 1935, XIX, стр. 255.
9. Шустов В. Я. В кн.: Микроэлементы в гематологии. М., 1967.
10. Кахетелидзе М. Г. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1962, 3, 6, стр. 99.
11. Zanchetti A. and Zöggolnt A. J. Neurophysiol., 17, 475, 1954.
12. Dell P. and Olson R. Compt. rend. Sos., die biol., 145, 13, 1084, 1951a.