ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Բիոլ. և գյուղատնտ. գիտություններ VIII, № 6, 1955 Биол. и сельхоз. науки

ФИЗИОЛОГИЯ

Л. А. Матинян

Изучение компенсаторного приспособления функций одной почки после удаления другой

Среди многочисленных приспособительных реакций у животных большую роль играют компенсаторные приспособления, которые возникают вслед за повреждением любого органа.

Поврежденный высокоразвитый организм добивается значительного, а нередко даже полного восстановления нарушенных функций, как отмечает Э. А. Асратян [1], либо путем мобилизации запасных возможностей и усиленной тренировки уцелевших остатков поврежденных органов и систем, либо путем сложной перестройки нервных центров и путей, т. е. ломки старых и создания новых форм координационной деятельности неповрежденных органов и систем, либо путем каких-нибудь других функциональных изменений в нервной системе и других системах организма.

Явления функционального приспособления у травмированных, раненых или оперированных животных и человека привлекают внимание клиницистов и экспериментаторов, начиная с XVIII столетия. И. М. Сеченев [13], И. П. Павлов [9, 10], В. М. Бехтерев [4] и др. изучали явления нарушения и восстановления функций после ампутации конечностей, пересадки сухожилий мышц конечностей, после повреждения различных внутренних органов, в частности органов пищеварительной системы, сердца, легких, почек, эндокринных желез.

„Вызывая неоднократно заболевания в больном желудке,—пишет И. П. Павлов [9],—мы получили возможность с поразительной ясностью наблюдать компенсаторную деятельность в уединенном желудочке, как здоровом участке желудка. Лишь только в большом происходило уменьшение секреции против нормы, в маленьком сейчас же наблюдалось усиление. Когда мы прекратили совершенно деятельность большого желудка посредством ожога горячей водой, и на много дней, маленький постепенно начал развивать колоссальную деятельность и в конце концов... возместил сполна большой желудок, работая в 10 раз больше против нормы...“ и далее „Резкий факт викарирующей способности в желудке настойчиво выдвигает чисто физиологическую задачу анализировать механизм этой способности“. Э. А. Асратян [1] со своими сотрудниками установил, что, чем тя-

желее повреждение организма, глубже поражение его функций и выше занимаемое им место в эволюционном ряду, тем важнее роль и активнее участие высших отделов центральной нервной системы в развивающихся при этом компенсаторных приспособлениях.

В плане изучения компенсаторных приспособлений, нами в 1952 г. изучалась компенсаторная функция одной почки после удаления второй. Необходимость этих исследований вытекала из того, что до последнего времени мнения исследователей (М. П. Михайлов [8], Ф. З. Меерсон [7], С. И. Франкштейн [14] и др.) расходятся по вопросу о функции одной почки после удаления второй. Так, например, М. П. Михайлов считает, что „...одна почка не может вывести из организма все вещества, накопляющиеся в нем, не может выполнить двойную функцию". Между тем И. П. Павлов [10] показал, что каждая почка может даже удесятерить свою работу, в частности, при нагрузке мочевиной (от 10 до 100 г в сутки).

Исследованиями же Э. А. Асратяна [2] было показано, что это происходит благодаря секреции мочевины почечными канальцами.

В то время как С. И. Франкштейн [14], исходя из своих опытов считает, что после удаления одной почки диурез уже на второй день приходит к норме, Ф. З. Меерсон [7] на основании своих исследований приходит к выводу, что в первые 4—6 суток дируез уменьшен и составляет 60—70% нормального дооперационного диуреза и лишь через 4—6 суток после нефректомии он становится нормальным, и в течение следующих 8—10 суток диурез ничем не отличается от нормального при наличии двух почек. Концентрация креатинина суточной мочи и ее удельный вес были нормальными начиная с первых суток после нефректомии.

Итак, вышеприведенные данные показывают, что нет единого мнения среди авторов. Это можно отчасти объяснить тем, что ими не изучалась фильтрационно-реабсорбционная функция почек, не учитывался исходный диурез в день опыта перед нагрузкой водой. Между тем, как известно из работ И. П. Павлова [11], К. М. Быкова [5], И. П. Разенкова [12], Э. А. Асратяна и Д. М. Гзгзяна [3] и др., что предопытное функциональное состояние исследуемого органа сказывается на результатах исследований. В частности в отношении почек имелись наблюдения Э. А. Асратяна и Д. М. Гзгзяна, которые изучая влияние мышечной нагрузки на функцию почек отмечали связь между диурезом до и после опытов. Однако этот вопрос, который считал И. П. Павлов [11] таким, „...над которым следует подумать..." совершенно не развивался при изучении функции одной почки после удаления второй. Оставалось также не выясненным динамическое изучение хлоридовыделительной, мочевиновыделительной, креатининовыделительной функции почек, регуляции pH.

Опыты ставились нами на 5-и собаках-самках с выведенными наружу мочеточниками (по способу Павлова—Орбели), из коих у трех имелись также и фистулы желудка (по способу Басова). Опыты про-

водились в определенное время. За 16 ч. до опыта прекращалась дача пищи, а посуда с водой убиралась рано утром в день опыта. У собак в течение часа, а в некоторых опытах и в течение 1 ч. 30 мин.—2 часов, каждые 15 мин. измерялось количество выделяемой мочи отдельно из каждой почки. Это позволяло судить об исходном функциональном состоянии почек в день опыта. Затем через специальное приспособление в желудок вливалось 300 мл воды при 20°С, и затем в течение 3 часов каждые 15 мин. производился учет выделяемой мочи, каждой почкой в отдельности. Двум собакам (Рекс и Спитак), не имевшим желудочных фистул, давалось такое же количество 10% молока, той же температуры.

Наблюдение за диурезом в течение 3 часов после нагрузки оказалось достаточным, т. к. в конце 3-го часа количество выделяемой мочи возвращалось к норме.

В каждой 30-минутной порции мочи как до, так и после нагрузки определялись: 1) мочевина—газометрическим способом в приборе Краснянского; 2) креатинин—калориметрическим методом Фолина, электрокалориметром Пульфриха; 3) количество хлористого натрия титрованием по способу Мора; 4) pH по Михаэлису.

В тех случаях, где количество мочи за 30 минут оказывалось недостаточным, для анализа брались часовые порции.

Помимо вышеописанных исследований у трех собак была изучена фильтрационная функция правой и левой почек путем нагрузки гиппосульфитом натрия.

При этом у собаки в течение 1 часа каждые 20 мин. определялся диурез, затем давалась водная нагрузка (300 мл воды при 20°С), спустя 40 мин. внутривенно вводили 2,0 гиппосульфита. Затем вновь собиралась моча за 17 мин., которая отливалась и вновь собиралась за 3 минуты, одновременно же (т. е. спустя 20 мин.) брalось 5 мл крови для анализа. Определив количество гиппосульфита в плазме крови и в моче* и, зная диурез за 1 мин., указанные величины подставлялись по формуле Реберга и выяснялась фильтрационно-реабсорбционная функция почек в отношении воды

$$\left(C=\frac{gip.U}{gip.P};\ F=U\times C;R=F-U\right).$$

Периодически, с целью контроля, у животных ставилась проба мочи на белок и сахар. Исследования показали отсутствие белка и сахара в моче подопытных собак как с двумя, так и с одной почкой.

После окончания изучения в норме функций правой и левой почек у трех собак была удалена левая почка и продолжались вышеописанные изучения функции оставшейся правой почки. Всего было поставлено 109 опытов.

Проведенные опыты в норме при наличии двух почек показали,

* Пользуюсь случаем принести свою глубокую благодарность проф. Г. Х. Буниятяну и его сотрудникам за ознакомление нас с этой методикой.

что существует связь между мочевыделительной функцией почек до нагрузки с таковой после водной нагрузки, что является подтверждением наблюдениям Э. А. Асратяна [3], а также и нашим [6]. Однако, нашими нынешними опытами с однопочечными собаками установлено, что это же явление имеет место и у них, что видно из рис. 1. При низком диурезе до водной нагрузки (опыт № 45 от 13/X—1952 г.) он получается низким и после нагрузки и обратное (опыт № 44 от 10/X—1952 г.).

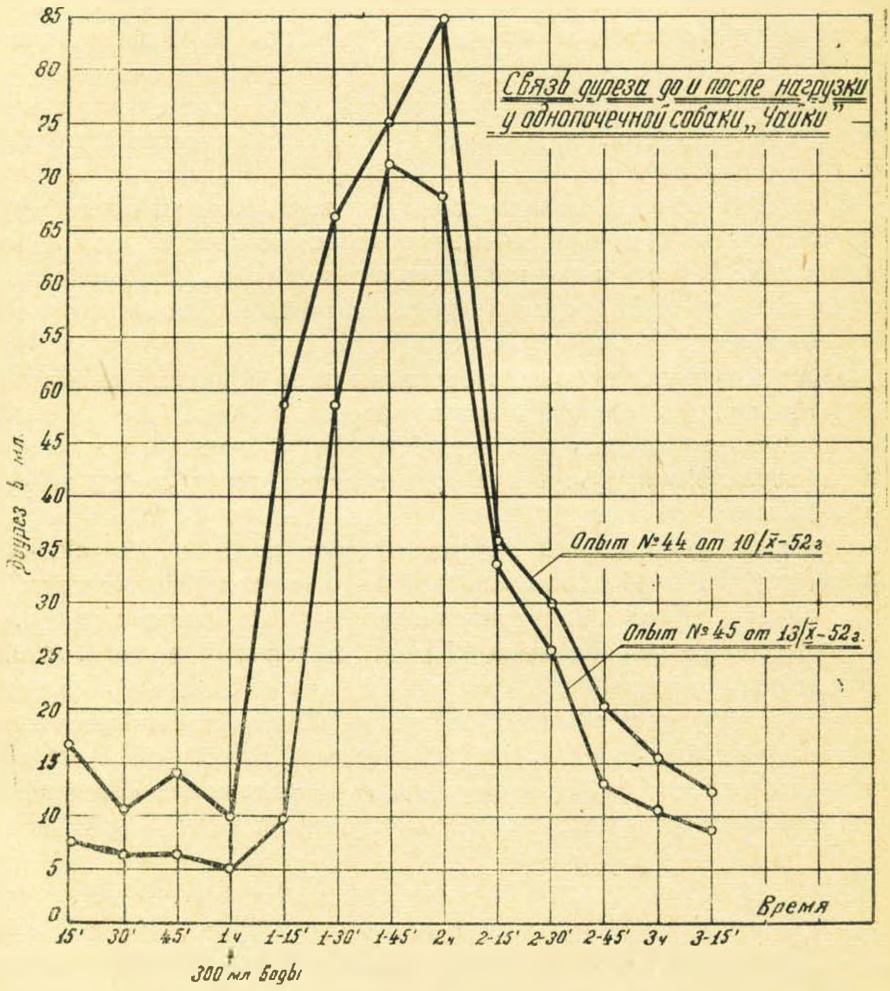


Рис. 1.

Опыты с собаками, имеющими две почки, показали, что существует связь между работой правой и левой почки, наблюдаемая при взятии мочи через каждые 15 минут как до, так и после нагрузки. Если с одной почки выделялось больше мочи, то с другой выделяется несколько меньше, а в последующие 15 мин. последняя выделяет больше, а первая почка, наоборот — выделяет меньше, что видно из приведенного рис. 2 одного из опытов.

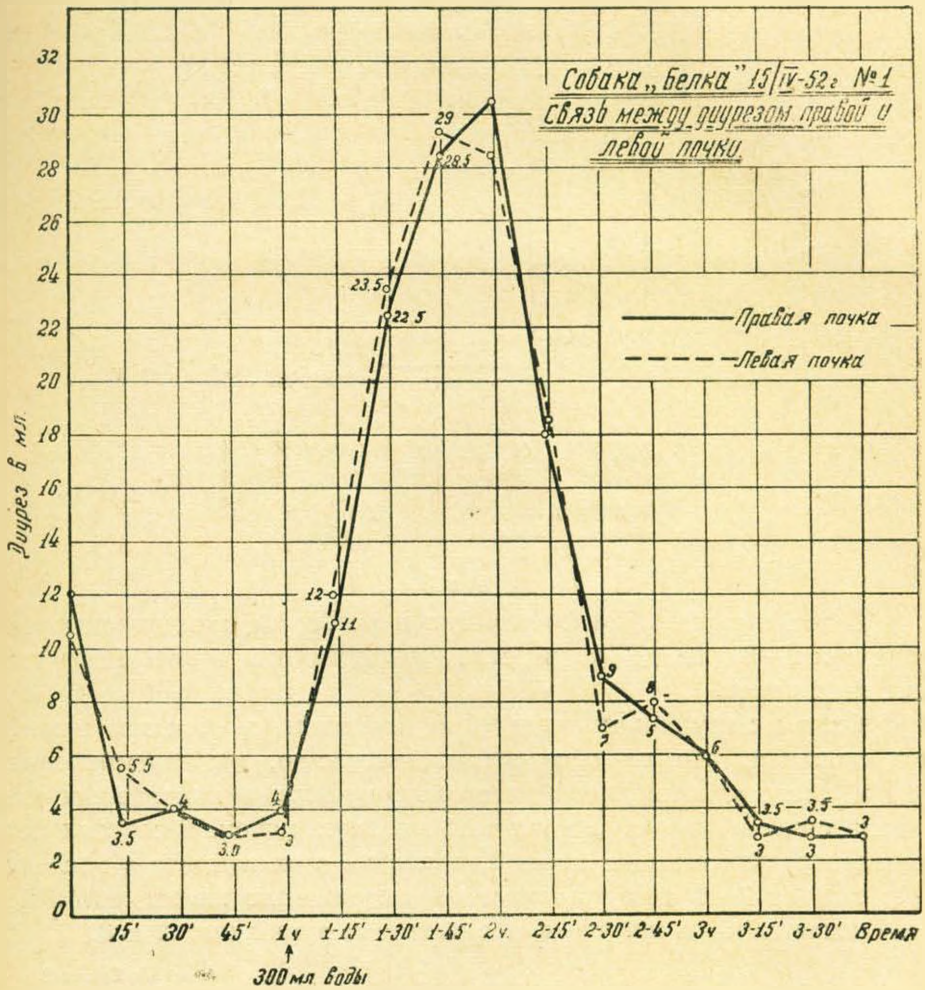


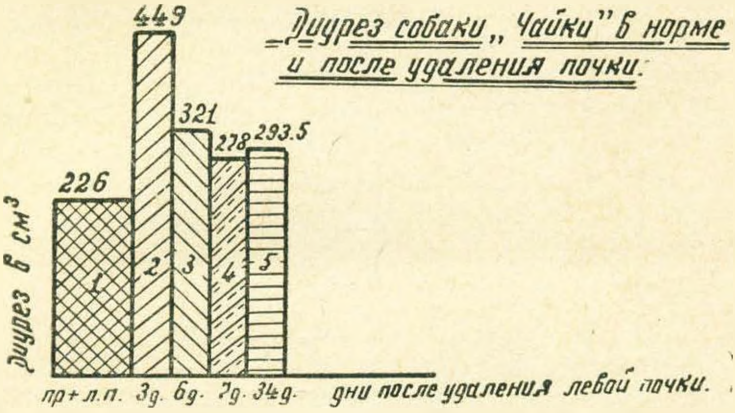
Рис. 2.

Проведенные опыты с фильтрацией и реабсорбцией воды показали, что на второй же день после удаления левой почки, из оставшейся правой почки количество фильтрируемой и реабсорбируемой воды превышает таковое из двух почек, получаемые в норме и в 2—4 раза из той же правой почки в норме (при наличии двух почек), что видно из рис. 3 и таблицы 1.

Таблица 1

Собака „Спитак"

	F в 1 мин. пр. поч.	F в 1 мин. лев. п.	R в 1 мин. пр. поч.	R в 1 мин. лев. п.	C пр. поч.	C лев. п.
В среднем	34	39	30	38	33	34
Всего	73		68			
На 2 день после удаления левой почки	115		112,7		50	
На 7 день	96,8		94,6		44	



Первый столбик изображает средний диурез из 43 опытов в норме при наличии двух почек. 2,3,4,5 столбцы изображают диурез правой почки после удаления левой почки.

Рис. 3.

В последующие дни фильтрация и реабсорбция воды снижается, доходя к 7—8 дню до количества наблюдаемого в норме при наличии двух почек.

Опыты с изучением выделения мочевины, креатинина и хлоридов показали, что их абсолютное количество, выделяемое правой почкой после удаления левой, несколько превышает таковое или очень близко стоит к норме, получаемой из двух почек. В случаях повышенного сравнительно с нормой выделения этих веществ в последующие дни (к 7—8 дню) количество выделяемых ингредиентов мочи приближается к норме, что и представлено в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Собака „Ворона"

	Мочевина в г		Хлориды в г	
	прав. п.	лев. п	прав. п.	лев. п.
В среднем	0.254	0,265	0,169	0,198
Всего	0,519		0,367	
После удаления левой почки на 7 день	0,869		0,348	
На 8 день	0,592		0,467	
На 18 день	0,606		0,411	

Таблица 3

Собака „Спитак"

	Креатинин в г	
	правая поч.	левая поч.
В среднем	0,0207	0,026
Всего	0,0467	
На 8 день после удаления левой почки	0,0452	

pH мочи как в норме, так и после удаления одной почки остается слабо щелочной, нейтральной или слабо кислой.

У собак с одной почкой, также как и у собак с двумя почками тип мочевыделения в ответ на водную нагрузку остается тот же, а именно больше всего выделяется мочи в течение первого часа с последующим уменьшением во-втором и третьем часах. Однако в отличие от этих же собак с двумя почками, у однопочечных уже с первых же 15 мин. после нагрузки начинается повышение диуреза, что наблюдалось у собак при наличии двух почек, лишь спустя 30 минут.

Выводы

1. Одновременное изучение функций двух почек позволило установить очередность в работе правой и левой почек. Это выражается в том, что при большем выделении мочи с одной почки, с другой выделяется несколько меньше, а в последующем (через 15 мин.) последняя выделяет больше, а первая почка наоборот — выделяет меньше.

2. У собак после удаления одной почки, также, как и при наличии двух почек существует связь между мочевыделительной функцией почек до нагрузки, с таковой после нагрузки. При низком диурезе до нагрузки он получается низким же и после нагрузки и обратное.

3. У собак после удаления одной почки, вторая в течение 7—8 дней полностью компенсирует расстройство процессов фильтрации и реабсорбции воды, выделения мочевины креатинина, хлоридов.

4. Повышенный диурез у собаки с одной почкой происходит за счет усиления процесса фильтрации воды в почечных клубочках.

Институт физиологии
АН Армянской ССР

Поступило 23 II 1955

ЛИТЕРАТУРА

1. *Асратян Э. А.* Компенсаторные приспособления в свете учения И. П. Павлова. Физиология центральной первной системы. М., 1953.
2. *Асратян Э. А.* К вопросу о выделении мочевины почками. Известия Научного института им. П. Ф. Лесгафта, т. XVII, XVIII, 1934.
3. *Асратян Э. А., Гзгзян Д.* Влияние мышечной работы на функцию почек. „Физиологический журнал СССР", т. XV, 1—2, 1932.
4. *Бехтерев В. М.* Основы учения о функциях мозга. Вып. III. С.-Петербург, 1905.
5. *Быков К. М.* Кора головного мозга и внутренние органы. Изд. 2, 1947.
6. *Матинян Л. А.* Влияние минеральной воды Джермук на функцию почек. Труды Всесоюзного Общества физиологов, фармакологов и биохимиков, т. 1, 1952.
7. *Меерсон Ф. З.* Влияние удаления и раздражения коры головного мозга на развитие компенсаторной гипертрофии почки у кроликов. ДАН СССР, т. XXXIV, 2, 1952.
8. *Михайлов М. П.* Цит. по И. П. Павлову, т. VI, 1952, стр. 134.
9. *Павлов И. П.* Полное собрание сочинений, изд. II, т. II, кн. 2, 1951, стр. 268.

10. Павлов И. П. Полное собрание сочинений. Изд. II, т. VI, 1952, стр. 134.
11. Павлов. И. П. Павловские среды,т. III, 1949, стр, 232, 234.
12. Разенков И. П. Цит. по книге Бернштейна: Против универсализма и упрощенчества в медицине, 1948, стр. 101.
13. Сеченов И. М. Физиология нервных центров. 1952.
14. Франкштейн С. И. Нарушение и восстановление функций поврежденного органа. М., 1948.

Լ. Ա. Մատինյան

ԵՐԻԿԱՄԻ ՖՈՒՆԿՑԻԱՅԻ ԿՈՄՊԵՆՍԱՏՈՐ ՀԱՐՄԱՐՎԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄՅՈՒՍԻ ՀԵՌԱՑՆԵԼՈՒՑ ՀԵՏՈ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Կենդանիների մոտ տեղի ունեցող հարմարողական բարմաթիվ ռեակցիաների շարքում մեծ դեր է խաղում կոմպենսատոր հարմարվելությունը, որը դրսևորվում է որևէ օրգանի խախտման հետևանքով։

Մենք 1952 թ. ուսումնասիրում էինք երիկամի կոմպենսատոր ֆունկցիան մյուս երիկամի հեռացումից հետո։ Այս հետազոտությունն անհրաժեշտ է նրա համար։

Փորձերը դրվել են 5 էգ շների վրա, միզածորանները դուրս են հանված Պավլովի և Օրբելու մեթոդով, ընդորում 3 շան մոտ եղել է նաև ստամոքսի ֆիստուլ՝ ըստ Բաստովի։

Ուսումնասիրվել է երիկամի ֆունկցիան նորմայում, այնպես էլ մեկ երիկամի հեռացումից հետո։

Ուշադրություն է դարձվել դիուրեզի քանակի ու սրակի, ինչպես նաև երիկամի ֆիլտրացիայի ու ռեաբսորբցիայի վրա։

Փորձնական աշխատանքներից ստացված արդյունքների հիման վրա կարելի է անել հետևյալ եզրակացությունները։

1. Երկու երիկամների գործունեության միաժամանակյա ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ երկու երիկամներն աշխատում են հերթականությամբ։ Այդ արտահայտվում է նրանով, որ եթե երիկամներից մեկը արտազրում է մեծ քանակությամբ մեզ, ապա մյուսը արտազրում է համեմատաբար քիչ, իսկ որոշ ժամանակից հետո (15 րոպե) քիչ արտազրող երիկամն արտազրում է շատ, իսկ մյուսը՝ քիչ։

2. Շների մոտ, ինչպես երիկամների ասկայության, այնպես էլ երիկամներից մեկի հեռացման պայմաններում գոյության ունի միզառատազրության ֆունկցիոնալ կապ, ինչպես մինչև ջրային ծանրաբեռնվածությունը, այնպես էլ ջրային ծանրաբեռնվածությունից հետո։ Ցածր արտահայտված դիուրեզի ժամանակ մինչև ծանրաբեռնվածությունը այն լինում է ցածր նաև ծանրաբեռնվածությունից հետո և հակառակը։

3. Շների մոտ, երիկամներից մեկի հեռացնելուց հետո, երկրորդ երիկամը 7—8 օրվա ընթացքում լրիվ կոմպենսացիայի է ենթարկում ջրի ֆիլտրացիան և ռեաբսորբցիան ինչպես նաև միզանյութի, կրեատինի և քլորիդների արտահանման պրոցեսում տեղի ունեցած խանգարումները։

4. Մեկ երիկամ ունեցող շների մոտ դիուրեզի բարձրացումը տեղի է ունենում երիկամի կծիկների ֆիլտրացիոն պրոցեսի ուժեղացման շնորհիվ,