

УДК 612.827

А. Б. МЕЛИК-МУСЯН, Д. Т. АЛТУНЯН

О ПРОЕКЦИИ ЯДЕР МОЗЖЕЧКА К КРАСНОМУ ЯДРУ

Методом серебряной импрегнации по Наута-Лидлоу изучалась проекция центральных ядер мозжечка (промежуточных и зубчатого) к красному ядру.

Исследования показали, что повреждения комплекса промежуточных ядер с одновременным повреждением зубчатого ядра вызывают дегенерацию проходящих волокон и терминалей в контралатеральном красном ядре, во всем ядре или в каудальной его части в зависимости от локализации травмы. Повреждение зубчатого ядра почти всегда сочетается с травмой промежуточного ядра или соседнего белого вещества, что еще раз подтверждает правильность предположения Вугда о комплексе ядер $NiA+L_c$ как единого целого. Более локальное повреждение зубчатого ядра вызывает дегенерацию проходящих и терминальных волокон в ростральной части красного ядра. Обширные повреждения, связанные с разрушением всех ядер мозжечка, кроме фастигиального, вызывают дегенерацию всего красного ядра, его парви- и магноцеллюлярной части, что подтверждается и литературными данными.

Пораженные нервные волокна претерпевают все стадии дегенерации от обширных варикозностей до полной фрагментации миелинового вещества.

Проекция внутримозжечковых ядер к контралатеральному красному ядру через верхнюю мозжечковую ножку показали Мартин [21] и Кахаль [4]. Дальнейшие многочисленные исследования подтвердили данные проекции, но мнения о происхождении этих волокон и их окончаний были разноречивы. Положение осложнялось еще и тем, что количество ядер мозжечка и их подразделение по-разному рассматривались, различными авторами. В настоящее время установлено, что в мозжечке млекопитающих имеется четыре вида ядер: фастигиальное, переднее промежуточное, заднее промежуточное и латеральное или зубчатое [8, 9, 11].

Большинство авторов считает, что фастигиальное ядро не проецируется в красное ядро; волокна идут дорзально и проходят в таламус [7]. Участие двух других ядер мозжечка (промежуточного и зубчатого) остается не совсем ясным, т. к. они находятся в близком соседстве и трудно провести локальное повреждение каждого из них в отдельности, что приводит к определенным разногласиям по вопросу об их проекциях к красному ядру.

Так, методом ретроградной дегенерации было показано, что повреждения промежуточного ядра ведут к слабой, а латерального ядра — к сильной дегенерации в красном ядре [3], на основании чего был сделан вывод о том, что поступление рубро-мозжечковых импульсов идет через зубчатое ядро. Такого же мнения придерживаются и другие авторы [16].

Зубчато-рубральные проекции также были объектом исследования многих авторов, но окончательных данных по этому вопросу еще не имеется. Близкое расположение промежуточного и зубчатого ядер затрудняет дифференциацию этих проекций к красному ядру. Было показано, что латеральная часть зубчатого ядра проецируется только в переднюю часть красного ядра, а медиальная часть дентатуса идет в заднюю часть красного ядра [27]. Выяснилось, что часть зубчатого ядра проецируется в контралатеральное красное ядро, тогда как мелкоклеточная часть зубчатого ядра проецируется непосредственно в вентролатеральное ядро таламуса [14]. Ограниченные повреждения зубчатого ядра вызывали дегенерацию в передней части красного ядра [2].

Исследования показали, что только небольшая часть волокон из латерального ядра идет в красное ядро и располагается в небольшом участке дорзальной и ростральной, парвицеллюлярной части красного ядра. Смешанные повреждения промежуточного и зубчатого ядер образуют перекрытия в красном ядре, а терминали их проекций завершаются на клетках среднего и крупного размера [18]. В противоположность этому мнению существуют исследования, свидетельствующие об отсутствии такого перекрытия [12].

Наряду с этими проекциями была показана обратная связь, которая завершается в центральных ядрах мозжечка и не доходит до его коры. Исследования показали, что рубро-мозжечковые волокна заканчиваются в контралатеральном переднем промежуточном ядре [9, 10]. Вместе с тем авторы указали на два важных принципа в организации этих проекций: каудоростральное представительство в красном ядре соответствует медиолатеральному устройству переднего промежуточного ядра, и, наоборот, медиолатеральное представительство в красном ядре соответствует каудоростральной организации переднего промежуточного ядра. Таким образом, рубро-мозжечковая проекция находится в полном соответствии с мозжечково-рубральной, и благодаря этому создают условия обратной связи между мозжечком и красным ядром.

Что касается структурной организации красного ядра, то и по этому поводу существуют разногласия. Еще в 1907 г. в красном ядре были выделены крупноклеточная каудальная и мелкоклеточная ростральная части [15], что до настоящего времени признается большинством авторов. Однако Помпейано и Бродал [26] в красном ядре кошек не видят резких подразделений на магно- и парвицеллюлярную части. Они выделили только группу клеток в виде *p. minimus*, считая, что крупные нейроны встречаются в ростральных частях ядра, где есть много мелких нейронов, а мелкие клетки встречаются в каудальных областях, где располагаются и крупные нейроны. У домашних же свиней [23], как и обезьян [19], наблюдается резкая граница между этими частями, и вся структура красного ядра разделяется на несколько типов клеток.

В настоящей работе исследуются следующие вопросы: как ведет себя комплекс $NiA + L_c$, который выделен в отдельную группу и рассматривается как одно ядро [27]; является ли проекция из этого ядерного

комплекса отдельной для каждого ядра или идет в составе общего пучка как от одного ядра; все ли части красного ядра получают проекции от дентатуры.

Опыты проводились на кошках. Под нембуталовым наркозом (45 мг/кг внутривенно) производилось электролитическое стереотаксическое разрушение мозжечковых ядер пропусканием постоянного тока 5—10 мА через раздражающий электрод в течение 0,5—1,5 мин. Электрод вводился под углом 30° к вертикальной оси. На 9-й день животное забивалось путем прижизненной перфузии сосудистого русла сначала физиологическим раствором, затем 10%-ным раствором формалина с последующей фиксацией изолированного мозжечка с участком среднего мозга в нейтральном формалине. Срезы делались на замораживающем микротоме толщиной в 30 микрон и импрегнировались по Нуга-Лидлоу [22]. Под наблюдением было 11 животных. Экспериментальный материал распределялся следующим образом: 1. Обширное повреждение правого полушария мозжечка (1 случай). 2. Повреждение всего комплекса промежуточных ядер (4 случая). 3. Повреждение промежуточного и зубчатого ядер одновременно (2 случая). 4. Повреждение зубчатого ядра (4 случая).

Результаты исследований

Наблюдения показали, что дегенерирующие волокна прослеживаются от места повреждения ядер мозжечка по ходу верхней мозжечковой ножки до контралатерального красного ядра. Поскольку результаты опытов в каждой группе идентичны, от каждой группы приводится описание одного случая. Повреждения охватывали разные области мозжечковых ядер и согласно расположению травмы касались следующих опытов.

Опыт № 2 (рис. 1 А). Обширное повреждение области правого полушария захватывает все зубчатое ядро (обе его части [27]) и почти оба промежуточных ядра, больше локализуясь в переднем промежуточном ядре. Фастигиальное ядро оставалось интактным. На контралатеральной стороне в красном ядре дегенерация терминальных волокон видна в окружности клеток крупного и мелкого размера по всему протяжению ядра в ростокаудальном направлении, т. е. все части красного ядра получают волокна из промежуточного и зубчатого ядер противоположной стороны. Поскольку повреждения обширны, о проекции каждого из ядер в отдельности трудно говорить.

Опыт № 4 (рис. 1 Б). Повреждения переднего промежуточного ядра ограничиваются вентральной стороной указанного ядра слева. В процесс вовлечены некоторые клетки медиальной половины зубчатого ядра той же стороны. Путь дегенерирующих волокон исследовался на серии срезов во фронтальной плоскости. Дегенерация наблюдалась в каудальной части красного ядра контралатеральной стороны вокруг крупных нейронов магноцеллюлярной части.

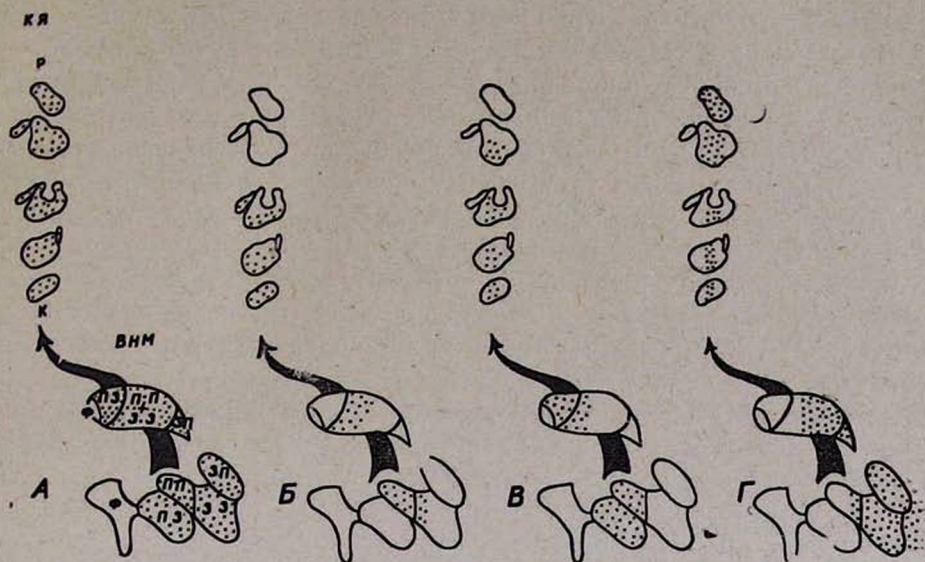


Рис. 1. Схематическое изображение проекций центральных ядер мозжечка кошки к красному ядру. А. Проекция нервных волокон к контралатеральному красному ядру при повреждении промежуточных ядер и зубчатого ядра мозжечка. Б. Проекция нервных волокон к контралатеральному красному ядру после повреждения переднего промежуточного ядра и небольшого участка зубчатого ядра той же стороны. В. Проекция нервных волокон к контралатеральному красному ядру после разрушения комплекса промежуточных ядер. Г. Более локальное повреждение зубчатого ядра с последующей дегенерацией нервных волокон ростральной части красного ядра контралатеральной стороны.

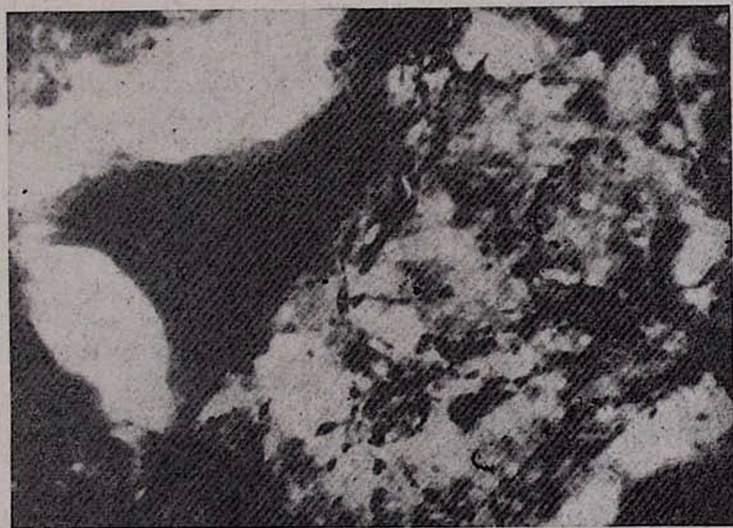


Рис. 2. Дегенерация претерминальных и терминальных нервных волокон, наблюдаемая в контралатеральном красном ядре после разрушения зубчатого ядра. Метод импрегнции по Нauta-Лидлоу. Об. 40, ок. 10.

Опыт № 11 (рис. 1 В). В этом случае разрушен весь комплекс промежуточных ядер (заднее и переднее). Дегенерация прослеживалась во всех частях красного ядра в ростокаудальном направлении вокруг клеточных тел нейронов мелкого и крупного калибра, т. е. как в парви-, так и в магноцеллюлярной части красного ядра контралатеральной стороны.

Опыт № 24 (рис. 1 Г). В опытах с изолированным повреждением зубчатого ядра на уровне Р8 и Р8,5 по стереотаксическому атласу Снайдера наблюдается дегенерация нервных волокон, идущая через мозжечок от места травмы в области его ядер. В общем, повреждения этого ядра носят более локальный характер, слегка затрагивая промежуточные ядра. В более ростральных частях они локализируются не только в зубчатом ядре, но и выходят за его пределы в белое вещество кнаружи от зубчатого ядра. Дегенерирующие волокна идут по ходу верхней мозжечковой ножки в ростокаудальном направлении красного ядра и наблюдаются на контралатеральной стороне. В самом красном ядре распределение волокон идет по всему ядру, локализуясь больше в ростральной его половине. Они наблюдаются вокруг больших и мелких нейронов как в парвицеллюлярной, так и магноцеллюлярной части.

Большинством авторов изучение проекций волокон от мозжечковых ядер к красному ядру проводилось в основном в отношении промежуточных ядер. Разногласия в полученных результатах вызваны не только обширностью травмы, охватывающей ткани, но и отсутствием единого мнения в отношении классификации ядер мозжечка. Одни авторы различали в мозжечке единую клеточную массу [17], другие—два вида ядер [13, 24, 25], третьи не разграничивали комплекс промежуточных ядер на переднее и заднее промежуточные ядра и выделяли по три ядра с каждой стороны [5, 6, 7, 10, 20]. Такой тесный контакт между промежуточным и зубчатым ядром позволил Вугду выделить комплекс $NiA + Lc$ (переднее промежуточное ядро и задняя часть зубчатого ядра) в одно функциональное ядро, проекции от которого рассматриваются как проекция от одного ядра [27].

Известно, что при повреждении ядерной области мозжечка волокна из соответствующего ядра идут через верхнюю ножку мозжечка в красное ядро контралатеральной стороны. Доказано также существование соматотопического распределения интерпозито-рубральных волокон. Результаты наших исследований показали, что повреждение комплекса промежуточных ядер и комбинированное повреждение промежуточного и зубчатого ядер одновременно вызывают дегенерацию волокон, проходящих из мозжечка к красному ядру и заканчивающихся дегенерацией их терминалей на контралатеральной стороне соответственно всему ядру или каудальной части в зависимости от локализации травмы. Если большая часть разрушения касалась промежуточного, а меньшая попадала на зубчатое ядро, то дегенерация была выражена в первом случае в магноцеллюлярной части, т. е. каудальном конце красного ядра, а во втором—больше в ростральном его конце. Полученные результаты свидетельствуют о том, что строго локальное повреждение зубчатого ядра

провести трудно из-за тесного соприкосновения этого ядра с промежуточными ядрами. Даже самое мелкое повреждение по ходу травмы затрагивает или промежуточное ядро, или соседнее латеральное белое вещество. Повреждения такого типа вызывают дегенерацию нервных волокон и их терминалей почти во всем красном ядре. В случае более точно локализованного повреждения (опыт № 6 и 24) дегенерирующие волокна прослеживаются больше в ростральной части красного ядра. Обширные же повреждения, захватывающие не только зубчатое, но и промежуточное ядра, дают дегенерацию нервных волокон, наблюдаемую как в парвицеллюлярной, так и магноцеллюлярной частях, что подтверждается и литературными данными [8, 27].

Поражения нервных волокон претерпевают все стадии дегенерации от обширных варикозностей до полной фрагментации миелинового вещества (рис. 2).

Институт физиологический им. Л. А. Орбели
АН АрмССР

Поступила 9/VII 1973 г.

Ա. Բ. ՄԵԼԻՔ-ՄՈՒՍԱՆ, Զ. Բ. ԱԼՔՈՒՆՅԱՆ

ԴԵՊԻ ԿԱՐՄԻՐ ԿՈՐԻՋՆ ԳՆԱՑՈՂ ՈՒՂԵՂԻԿԻ ԿՈՐԻՋՆԵՐԻ ՊՐՈՅԵԿՏԻԱՆ

Ա մ փ ո փ ո մ

Ուսումնասիրվել է ուղեղիկի կենտրոնական կորիզների պրոյեկցիան դեպի կարմիր կորիզը: Փորձերը դրվել են կատունների վրա՝ նեմբուտալային նարկոզի պայմաններում: Կորիզային նյութի խանգարումը կատարվել է էլեկտրոդները ուղեղիկի համապատասխան նյութի մեջ մտցնելուց հետո: Իններորդ օրը կենդանին պերֆորացիայի է ենթարկվել սկզբում ֆիզիոլոգիական լուծույթով, այնուհետև 10%-անոց ֆորմալինով, որից հետո ուղեղը 4—6 շաբաթվա ընթացքում ֆիքսվել է 10%-անոց չեզոք ֆորմալինի մեջ: Կտրվածքները պատրաստվել են միկրոտոմով՝ 30 միկրոն հաստությամբ պրեպարատը ժելատինի մեջ տեղադրելուց հետո:

Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ միջանկյալ կորիզների կոմպլեքսի և առամնաձև կորիզի միաժամանակյա խանգարումն առաջացնում է անցնող թելերի ու կոնտրլատերալ կարմիր կորիզի վերջույթների դեգեներացիա: Առամնաձև կորիզի խանգարումը համարյա միշտ ուղեկցվում է միջանկյալ կորիզի կամ հարևան սպիտակ նյութի վնասվածքով: Առամնաձև կորիզի ավելի տեղային խանգարումն առաջացնում է անցնող և վերջույթային թելերի դեգեներացիա, որը ավելի ցայտուն արտահայտվում է կարմիր կորիզի առաջնային մասում: Լայնակի վնասվածքները, որոնք կապված են ուղեղիկի բոլոր կորիզների (բացառությամբ ֆաստիզալ կորիզի) խանգարման հետ, առաջացնում են ամբողջ կարմիր կորիզի դեգեներացիա. այն հաստատվում է գրավանության տվյալներով:

նյարդային թելերի վնասվածքներն անցնում են դեզեներացիայի բոլոր ստադիաները՝ լայնակի վարիկոզներից մինչև միելինային նյութի լիակատար ֆրագմենտացիան:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Allen F. W. J. of Comparative Neurology, 1924, 36, 399.
2. Angaut P., Bowscher D. Nature, 1965, 208, 5014, 1002.
3. Brodal A., Gogstad A. Anatomical Record, 1954, 118, 455.
4. Cajal R. Histologie du systeme nerveux de l'homme et des vertebres, 1911, 2, Paris, Maloine.
5. Carrea R. M., Mettler F. A. J. of Comparative Neurology, 1955, 101, 3, 565.
6. Carpenter M. B., Stevens G. H. J. of Comparative Neurology, 1957, 107, 1, 109.
7. Cohen D., Chambers W. W., Sprague J. M. J. of Comparative Neurology, 1958, 109, 2, 233.
8. Courville J. Experimental Brain Research, 1966, 2, 3, 191.
9. Courville J., Brodal A. J. of Comparative Neurology, 1966, 126, 3, 471.
10. Eager R. J. of Comparative Neurology, 1963, 121, 3, 381.
11. Flood S., Jansen J. Acta Anatomica, 1961, 46, 52.
12. Flumerfelt B. A., Courville J. Anatomical Record, 1971, 169, 318.
13. Foltz M., Matzke H. A. J. of Comparative Neurology, 1960, 114, 2.
14. Hassler R. In: Introduction to Stereotaxis with Atlas of the Human Brain. Stuttgart, Thieme, 1959.
15. Hatschek R. Arb. Neurol. Inst. Univ., Wien, 1907, 15, 89.
16. Hlmann A., Carpenter M. B. J. of Comparative Neurology, 1959, 113, 61.
17. Jansen J. J. of Comparative Neurology, 1933, 37, 369.
18. King J. S., Dom R. M., Martin G. F. Brain Research, 1973, 52, 61.
19. King J. S., Schwyn R. C., Fox C. J. of Comparative Neurology, 1971, 142, 1, 75.
20. MacMaster R. E., Russel G. V. J. of Comparative Neurology, 1958, 110, 2, 205.
21. Martin P. Courville Experimental Brain Research, 1966, 2, 191.
22. Nauta W. J. H. In: New Research Technique of Neuroanatomy, Springfield, Charles Thomas. 1957, 17.
23. Otabe J. S., Horowitz A. J. of Comparative Neurology, 1970, 138, 3, 373.
24. Rand R. W. J. of Comparative Neurology, 1954, 101, 1.
25. Rasmussen A. T. J. of Comparative Neurology, 1933, 57, 165.
26. Pompeiano O., Brodal A. J. of Comparative Neurology, 1957, 108, 2, 225.
27. Voogd J. The Cerebellum of the cat. Structure and fibre Connection. Van Nostrand and Company, 1964.