

## ДЫХАТЕЛЬНАЯ МОДУЛЯЦИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГОВОГО СТВОЛА

*А.Р. Гайнутдинов, Г.А. Иваничев, А.Г. Чучалин*

*Кафедра неврологии и рефлексотерапии (зав. — проф. Г.А. Иваничев)  
Казанской государственной медицинской академии последипломного образования,  
НИИ пульмонологии (директор — акад. РАМН А.Г. Чучалин) МЗ РФ, г. Москва*

Исследования методами точечного электрического раздражения и отведение импульсной активности от различных нейронов ствола мозга показали наличие тесных двусторонних связей между дыхательными ядрами продолговатого мозга и ретикулярными нейронами медиальной зоны ретикулярной формации (РФ) [4]. Структуры медиальной зоны РФ опосредуют сигналы, поступающие к латеральной зоне РФ продолговатого мозга, которой отводится немаловажное значение в формировании дыхательного ритма. Регулируя структуру дыхательного цикла и параметры адаптивной вентиляции, медиальная РФ ствола мозга является интегрирующим звеном центрального дыхательного механизма [5].

Имеются экспериментальные данные о модулирующем влиянии дыхательных нейронов на рефлекторную возбудимость спинальных и супраспинальных структур нервной системы [1]. Однако если у животных нейрофизиологические механизмы подобных реакций достаточно хорошо известны, то у человека этот феномен до настоящего времени практически не изучен. В этой связи нам представлялось интересным исследовать влияние ряда дыхательных проб на рефлекторную активность ствольных структур здоровых субъектов путем анализа амплитудно-временных характеристик мигательного рефлекса (МР). Выбор данного метода связан с тем, что поздний ответ МР обусловлен активацией полисинаптической рефлекторной дуги, замыкающейся через медиальную РФ [4].

Под наблюдением находились 32 здоровых добровольца в возрасте от 18 до 42 лет (14 женщин и 18 мужчин). Регистрацию и анализ рефлекторных ответов МР проводили на электрофизиологическом комплексе "Caunterpoint" фирмы

"Dantec" (Дания). Электрическую стимуляцию (частота — 0,1 Гц, длительность — 0,1 мс, интенсивность — 10—20 мкВ) осуществляли в области надбровья в проекции выхода надглазничного нерва. Рефлекторные ответы с круговой мышцы глаза регистрировали с помощью накожных электродов.

Объемно-временные параметры дыхательного цикла изучали с помощью компьютерного анализатора дыхания "АД-02" ("Медфизприбор", Казань). Определяли дыхательный объем ( $V_t$ ), частоту дыхательных движений ( $f$ ), минутный объем дыхания ( $V$ ), время вдоха и выдоха ( $T_i$ ,  $T_e$ ), фракционное время вдоха ( $T_i/T_{tot}$ ), общее время дыхательного цикла ( $T_{tot}$ ). Динамику рефлекторных ответов оценивали не только при спокойном дыхании, но и на фоне выполнения обследуемыми маневра в виде форсированного вдоха и выдоха. Кроме того, всем пациентам производились пробы с резистивной нагрузкой и произвольной гипервентиляцией. При этом резистивное сопротивление создавали в обе фазы дыхания с помощью специальной диафрагмы, встроенной в трубку Флейша. Гипервентиляционную пробу ставили в течение одной минуты. Во время выполнения данных дыхательных проб рефлекторные ответы регистрировали каждые 10—12 секунд последовательно в обе фазы дыхания.

При спокойном дыхании электрическая стимуляция надбровья в проекции выхода надглазничного нерва вызывала в круговых мышцах глаза рефлекторные разряды, состоящие из двух компонентов: раннего ( $R_1$ ), дисинаптического и позднего ( $R_2$ ), являющегося по своим характеристикам полисинаптическим (рис. 1 А). Латентные периоды  $R_1$  и  $R_2$  составляли соответственно в среднем 9,8 мс и 40,7 мс. Длительность рефлекторного

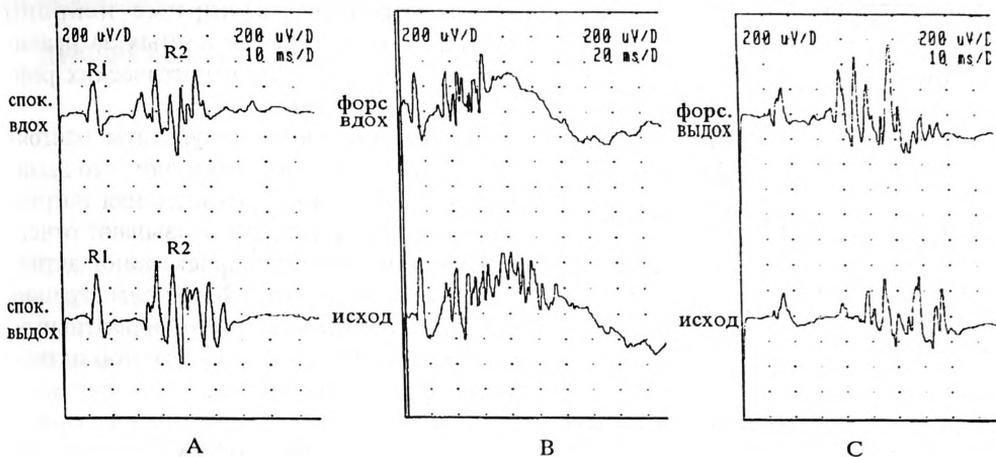


Рис. 1. Динамика амплитудно-временных характеристик мигательного рефлекса при спокойном дыхании (А), форсированном вдохе (В) и форсированном выдохе (С).  
Ранний ответ (R1), поздний рефлекторный ответ (R2).

ответа для R1 не превышала 8—10 мс, при этом его амплитудные колебания R1 составляли  $312,0 \pm 9,3$  мкВ. В свою очередь, длительность R2 находилась в пределах  $40,7 \pm 0,9$  мс, а значения его амплитуды —  $460,0 \pm 12,3$  мкВ. Необходимо также отметить, что у 4 обследованных в инспираторной фазе наблюдалась тенденция к уменьшению длительности R2.

Обращало на себя внимание отчетливое влияние электрического стимула на структуру текущего и последующих дыхательных циклов. Если стимул подавали в фазе инспирации, то для постстимульного дыхательного цикла характерным было уменьшение  $V_t$  с  $1,38 \pm 0,04$  до  $0,56 \pm 0,03$  л ( $P < 0,01$ ), сокращение  $T_i$  с  $1,54 \pm 0,07$  до  $0,76 \pm 0,06$  с ( $P < 0,01$ ) и соответственно  $T_{tot}$  с  $2,7 \pm 0,09$  до  $1,9 \pm 0,07$  ( $P < 0,01$ ). Наблюдалась также урежение дыхания и флуктуация последующих дыхательных циклов в сторону увеличения объемно-временных параметров паттерна дыхания. Электрическая стимуляция в экспираторной фазе сопровождалась преждевременной инверсией дыхательной фазы с аналогичной флуктуацией последующих дыхательных циклов.

Более отчетливая дыхательная модуляция поздних рефлекторных ответов, в частности, в виде уменьшения длительности R2 до  $25,3 \pm 1,5\%$  ( $P < 0,01$ ) была отмечена в ходе выполнения обследуемыми маневра форсированного вдоха (рис. 1 В). В этих условиях динамика

ка латентного периода R2 имела также тенденцию к уменьшению ( $-7,8\%$ ;  $P < 0,05$ ). В свою очередь, форсированный выдох значительно чаще сопровождался некоторым облегчением R2, однако его амплитудно-временные характеристики были все же несколько меньше исходных значений (рис. 1 С). Что касается R1, то форсированные маневры вызывали разнонаправленную динамику его амплитуды при сохранении значений латенции, но все же чаще наблюдалось увеличение ( $+9,4\%$ ;  $P < 0,05$ ) его амплитудных значений.

Проба с резистивной нагрузкой вызывала в 72% случаев (28 чел.) уменьшение латентного времени R2 в среднем до  $33,0 \pm 0,8$  мс ( $P < 0,01$ ) с отчетливым увеличением его длительности ( $57,0 \pm 1,6$  мс;  $P < 0,01$ ). Как правило, такая перестройка R2 сохранялась лишь на протяжении первых 30—40 секунд от начала пробы, затем его временные значения устремлялись к исходным величинам (рис. 2 А). Динамика амплитудно-временных характеристик R1 была менее наглядной. Так, средний прирост его амплитуды и длительности составлял соответственно 14,2% и 11,7% ( $P < 0,05$ ). Обращал на себя внимание тот факт, что у 6 человек резистивная нагрузка сопровождалась не облегчением позднего рефлекторного ответа, а его отчетливой габитуацией.

При проведении пробы с гипервентиляцией чаще всего наблюдалось умень-

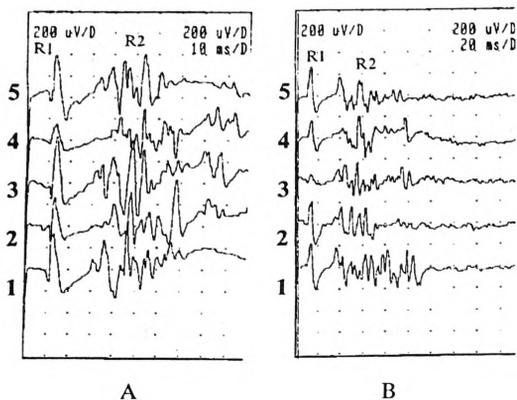


Рис. 2. Динамика рефлекторных ответов при резистивной нагрузке (А) и гипервентиляции (В). Нижняя запись (1) — при спокойном дыхании, последующие (2—5) — при выполнении дыхательных маневров.

шение латентного времени R2 ( $28,5 \pm 1,8$  мс;  $P < 0,01$ ) и его длительности ( $34,3 \pm 1,5$  мс;  $P < 0,05$ ). Достоверной динамики амплитудно-временных характеристик R1 на фоне гипервентиляции мы не отметили (рис. 2 В).

Полученные данные свидетельствуют о тормозящем влиянии соматической афферентации на инспираторную и экспираторную активность дыхательного центра (ДЦ). Обнаруженная нами постстимульная инверсия текущей дыхательной фазы и последующая перестройка паттерна дыхания, по всей видимости, обусловлены участием ряда ядерных образований ДЦ в механизмах включения афферентных сигналов в дыхательный ритмогенез. Наличие обширных функциональных связей между основными двигательными и дыхательными ядрами продолговатого мозга было доказано в ряде исследований [3, 6]. Обнаруженное нами модулирующее влияние дыхания на рефлекторную возбудимость бульбарной РФ мозга, вероятно, связано с непосредственным влиянием респираторных нейрональных группировок

на проприоретикулярные нейроны ствола мозга, ответственных за реализацию поздних полисинаптических рефлекторных ответов.

Таким образом, результаты настоящего исследования показали, что дыхательные маневры, резистивная нагрузка и гипервентиляция вызывают отчетливую перестройку рефлекторной активности ствола мозга. Метод регистрации МР является простым и информативным способом оценки рефлекторной активности РФ ствола мозга.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гокин А.П.//Нейрофизиология. — 1981. — № 3. — С. 421—425.
2. Лиманский Ю.П. Рефлексы ствола головного мозга. — Киев, 1987.
3. Попов Ю.М. Функциональная организация дыхательного центра и его связи с другими системами: Сб. научн. тр. — Куйбышев, 1990.
4. Сергиевский М.В., Якунин В.Е.//Бюлл. экспер. биол. — 1983. — № 7. — С. 4—7.
5. Якунин В.Е. Функциональная организация дыхательного центра и его связи с другими системами: Сб. научн. тр. — Куйбышев, 1990.
6. Dinse H.R., Bohmer G.//Arch. Ital. Biol. — 1980. — Vol. 193. — P. 287—302.

Поступила 20.10.98.

#### RESPIRATORY MODULATION OF REFLEX ACTIVITY OF THE TRUNCUS CEREBRI

A.R. Gainutdinov, G.A. Ivanichev, A.G. Chuchalin

#### Summary

The effect of resistive load and hyperventilation on reflex activity of bulbar cerebrum structures was studied in 32 healthy volunteers by blink-reflex registration method. It is established that resistive load caused the increase of amplitude-time characteristics of the reflex response late component. Hyperventilation test, in its turn, was accompanied by suppression of the late reflex response. The data obtained show that resistive load increases excitability of truncal neurons responsible for the realization of the late reflex response, and hyperventilation has an inhibiting effect on the cerebrum structure data.