

**Ж. М. Глозман,
А. А. Кисельников,
Е. В. Созинова**

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ РЕЧЕВОЙ И МОТОРНОЙ ГОТОВНОСТИ

Комплексное междисциплинарное изучение механизмов речевой и моторной готовности проводилось на клинической модели заикания с помощью нейропсихологических (по А.Р. Лурии), биомеханических (исследование неречевых движений на примере ходьбы) и психофизиологических (мозговая локализация потенциала речевой готовности) методов. Обнаружена связь между дефектами серийной организации речи, ходьбы и выполнения двигательных нейропсихологических проб (реципрокной координации и динамического праксиса). Показано, что дефекты речевой готовности связаны с патологическим возбуждением лимбической системы и патологической деактивацией стволовых структур, левой лобной коры, левых базальных ядер и правой височной коры, а также с дополнительной активацией правой лобной коры. Сделан вывод о системном характере речевых нарушений при заикании и о единстве мозговых механизмов речевой и моторной готовности в психическом функционировании человека.

Ключевые слова: речевая и моторная готовность, заикание, мозговые механизмы речи и моторики.

Проблема. Изучение механизмов готовности к моторному или речедвигательному действию актуально для современной психологии, психофизиологии и нейропсихологии, так как именно их нарушение внутри распределенной функциональной системы речи играет ключевую роль в генезе заикания. Исследование движений периферического аппарата до начала вокализации у заикающихся позволило И.Ю. Абелевой (1976) доказать, что именно неготовность к речи является основным компонентом патологии речевых процессов при заикании. Вместе с тем было показано (см., напр.: Шкловский и др., 2000), что при заикании нарушаются не только речевые, но и неречевые движения, а также и другие психические

Работа поддержана грантом РФФИ № 07-06-00039.

сферы. Нейропсихологические и психофизиологические исследования (Лохов, Фесенко, Шугарева, 2005; Ретюнский, 2000; De Nil, Kroll, Houle, 2001; Forster, Webster, 2001; Ludlow, 2000; Neumann et al., 2003; Salmelin et al., 2000) до сих пор не дали непротиворечивого ответа о мозговых механизмах заикания.

Мы предположили, что эти вопросы можно уточнить в ходе комплексного междисциплинарного исследования речедвигательной и не связанной с речью моторной деятельности (ходьбы) у больных с заиканием, страдающих нарушением звена готовности к речи в определенной функциональной системе речи.

Нарушение ходьбы — одно из наиболее инвалидизирующих проявлений заболеваний нервной системы — отмечается у 60% пациентов неврологических стационаров. Нарушения ходьбы долгое время не были предметом специального изучения, однако в последние годы в связи с появлением биомеханических методов стало возможным уточнение ряда клинических и патогенетических особенностей этих нарушений при разных заболеваниях (Витензон, 1998; Левин, 2002; Скворцов, 1996; Giladi, 2002; Glozman et al., 2006). Во многих работах сейчас появляются указания на связь нарушений походки с когнитивными расстройствами (недавно прошел специальный симпозиум, посвященный этой проблеме, — см.: Gait..., 2006). Тем не менее специфические особенности нарушений ходьбы при разных патологиях, их связь с другими симптомами болезни и нейропсихологическими расстройствами изучены недостаточно. В этой связи представляет интерес выявление субклинических (неявных) проявлений нарушений ходьбы у больных с функциональными неврологическими расстройствами, такими, например, как логоневроз, с тем чтобы подтвердить системный характер речевых нарушений при этой распространенной форме речевой патологии, затрудняющей нормальное социальное функционирование личности.

Методики

Экспериментальный дизайн заключался в совместном использовании четырех парадигм: *нейропсихологической* (нейропсихологическое обследование и исследование особенностей латеральной дифференциации функций), *биомеханической* (исследование неречевых движений на примере ходьбы), *психофизиологической* (запись и мозговая локализация определенных видов связанных с речевой деятельностью потенциалов) и *клинико-психологической* (изучение фрустрационных реакций, тревожности и логофобии). Совместное использование нейропсихологического, биомеханического, психофизиологического и клинико-психологического инструментария позволяет получать более надежную, «объемную» картину

системных патологических изменений процессов готовности при заикании, разные аспекты которой дополняют друг друга.

Испытуемые. В экспериментальную выборку вошли 15 мужчин и 8 женщин, страдающих заиканием. Средний возраст испытуемых 23.7 ± 5.7 года; образование: среднее (4 человека), неоконченное высшее (14), высшее (5 человек). Испытуемые проходили коррекцию по методике семейной групповой логопсихотерапии (Н.Л. Карпова) и методике устойчивой нормализации речи (Л.З. Арутюнян). Обследование проводилось трижды: до начала коррекции, после ее основного этапа и через 3—6 месяцев после коррекции.

Группу сравнения составили 18 нормально говорящих испытуемых, уравненных с экспериментальной группой по полу, возрасту и образованию.

Методы. Все испытуемые проходили *комплексное нейропсихологическое обследование* по методам А.Р. Лурии (2000), отобранным с учетом специфики исследуемой нозологии и в наибольшей степени связанным с речедвигательными функциями. Количественная оценка полученных данных проводилась по методике Ж.М. Глозман (1999). Диагностировалось состояние шести сфер психической деятельности испытуемых: праксис, гнозис, речь, память, интеллект, нейродинамические показатели протекания психических процессов. В фокусе нашего внимания находилась двигательная сфера. При исследовании праксиса применялись пробы на реципрокную координацию, праксис позы, динамический праксис, проба Хэда, рисунок стола и куба, воспроизведение ритмических структур. Симптомы, обнаруженные при качественном анализе данных, объединялись в 6 локальных групп (по: Глозман, 1999): переднелобные, заднелобные, базально-лобные и глубинные, теменные, теменно-височно-затылочные, височные симптомы. Далее для каждой из перечисленных мозговых областей вычислялось количество сопоставляемых с ней симптомов (как процент от общего объема диагностированных симптомов). Это позволяло количественно оценить страдание данной мозговой области и выявить топическую организацию патологии психического функционирования. Затем выполнение каждой пробы оценивалось по 6-балльной шкале (от 0 до 3 с шагом 0.5, значение 2.5 отсутствовало), организованной как система штрафов, т.е. балл тем выше, чем хуже выполняется проба. После этого для каждой из шести сфер (праксис, гнозис, речь, память, интеллект, нейродинамика) вычислялся средний штрафной балл по всем пробам внутри сферы, что давало количественную оценку нарушений каждой сферы и структуру синдромов нарушения ВПФ.

Для исследования *латеральной организации* сенсорных и моторных функций и ее корреляции с топическим паттерном нейропси-

хологических дефектов из литературы (Хомская и др., 1995; Annett, 1970) был выделен набор тестов и вопросов с добавлением некоторых собственных проб. Применялся также метод дихотического прослушивания.

Изучение *биомеханических особенностей* движений заикающихся испытуемых проводилось с помощью лабораторного комплекса «БИОМЕХАНИКА» научно-медицинской фирмы «МБН» (Батышева, Русина, Скворцов, 2004). Этот комплекс клинического анализа движений предназначен для функциональной диагностики двигательной патологии, управления восстановительным лечением и проведения активной реабилитации на принципах биологической обратной связи. Из всех возможностей комплекса мы использовали для данного исследования только метод подометрии — измерения временных характеристик шага. Нормативы на все параметры соответствовали протоколу системы «МБН-БИОМЕХАНИКА» (Horak, Nashner, 1986; Olney, Griffin, McBride, 1994).

Электрические потенциалы мозга, предшествующие произнесению слова, были зарегистрированы и локализованы с помощью программного комплекса BrainLock 6.0 (Кисельников, 2007; Wohler, 1993). Также применялись экспериментально-психологическая методика изучения фрустрационных реакций С. Розенцвейга (Rosenzweig, 1945), опросник личностной и ситуативной тревожности Ч.Д. Спилбергера (Spilberger, 1972) и методика изучения структуры и выраженности логофобических реакций у заикающихся (Карпова и др., 2006).

Результаты

Структура нейропсихологического синдрома у пациентов с заиканием. Для каждого испытуемого был рассчитан объем двигательных, гностических, речевых, мнестических, интеллектуальных и нейродинамических нарушений (как процент симптомов от максимально возможных) и изменение этого объема после коррекции речи. Выявилось, что наибольший объем (при общей негрубой выраженности дефектов) имеют мнестический, нейродинамический и двигательный аспекты нейропсихологического синдрома заикания. Для

Таблица 1

Степень нарушений (в штрафных баллах) в разных психических сферах у заикающихся испытуемых

Психическая сфера	Штрафной балл
Праксис	0.47
Гнозис	0.17
Речь	0.24
Память	0.78
Интеллект	0.09
Нейродинамика	0.28

каждой из анализируемых психических сфер были описаны частоты манифестации выявленных симптомов и дана их количественная оценка в штрафных баллах. Данные табл. 1 подтверждают разделяемое большинством современных исследователей логоневроза мнение о том, что эта патология не является чисто функциональной (невротической), а включает определенный органический компонент мозгового неблагополучия (дисфункции).

Двигательные нарушения. При исследовании двигательной сферы использовался список симптомов, которые потенциально могут выявиться у испытуемых в пробах на праксис (Глозман, 1999). Доля позитивных симптомов (объем синдрома двигательных нарушений) составила 19%. В табл. 2 представлена структура синдрома двигательных нарушений, качественно квалифицированных в нейропсихологическом обследовании: для каждого хотя бы раз выявленного симптома показаны процентные доли испытуемых, у которых до и после коррекции были диагностированы соответствующие симптомы.

Как следует из табл. 2, наиболее характерными *двигательными нарушениями* при заикании оказались истощаемость в графической пробе

Таблица 2

**Представленность различных симптомов
двигательных нарушений при заикании**

№ п/п	Симптом	% испытуемых с данным симптомом
1	Патологическая инертность (персеверации)	17
2	Трудности усвоения двигательной программы	48
3	Упрощение программы в динамическом праксисе	9
4	Дезавтоматизированность (скандированность) движений в динамическом праксисе	9
5	Тенденция к стереотипии в динамическом праксисе	30
6	Нарушение пространственной организации движений и действий: пространственный поиск, зеркальность, пространственные искажения	43
7	Импульсивность (эхопраксия с коррекцией)	57
8	Кинестетические нарушения в праксисе позы	28
9	Тенденция к истощаемости в графической пробе	57
10	Нарушения зрительно-моторной координации	17
11	Напряженность, замедленность в реципрокной координации	43
12	Сбои при убыстрении в реципрокной координации	48
13	Поочередное или симметричное (уподобление) выполнение в реципрокной координации	30
14	Отставание одной руки в реципрокной координации	9
15	Тенденция к лишним импульсам при воспроизведении ритмических структур	9

на динамический праксис и импульсивность (более чем у половины испытуемых), у половины испытуемых наблюдались трудности усвоения двигательной программы и сбои при убыстрении в пробе на реципрокную координацию. Далее по частоте следуют симптомы напряженности, замедленности в реципрокной координации и симптомы нарушений пространственной организации движений и действий. У трети испытуемых наблюдались также симптом поочередного или симметричного выполнения в реципрокной координации и тенденция к стереотипии в динамическом праксисе, а также легкие кинестетические нарушения. Таким образом, качественный анализ симптомов выявляет прежде всего их связь с нейродинамическими и регуляторными трудностями, а также с дефектами межполушарного взаимодействия.

Сравнение усредненных по выборке штрафных баллов в двигательных пробах показало, что сильнее всего нарушения выражены в пробах на динамический праксис (0.98) и реципрокную координацию (0.85). Нарушения в пробе Хэда были легкими (0.50), в остальных пробах — минимальными (праксис позы — 0.17, рисунок стола и куба — 0.15, ритмические структуры — 0.15). Учитывая это, можно постулировать связь заикания с нарушениями серийной организации движений в целом, а также с нарушениями межполушарной координации движений.

Топическая квалификация выявленных дефектов обнаруживает в наибольшей степени слабость заднелобных (20%), базально-лобных и глубинных структур (16%), связанных с серийной организацией и энергетическим обеспечением движений и действий. По остальным структурам (передне-лобные, теменные, затылочные, височные и теменно-височно-затылочные) отмечалось по 6—8% от потенциально возможного количества симптомов при патологии данной области.

Анализ межполушарной асимметрии функций, выявленных в нейропсихологическом обследовании, показал, что усиление левосторонней асимметрии латеральных признаков («рука», «ухо», «глаз», «нога») коррелирует скорее с утяжелением дефектов, а усиление правосторонней латерализации — скорее с компенсацией дефектов. Кроме того, было установлено, что испытуемые с относительно большим коэффициентом правого уха в пробе на дихотическое прослушивание (т.е. с большей доминантностью левого полушария по речи) характеризуются более выраженной нейропсихологической симптоматикой: имеют более высокие штрафные баллы, большее количество локальных симптомов, меньший коэффициент продуктивности запоминания и др. Психофизиологическое исследование выявляет в этой подгруппе испытуемых меньшую компен-

саторную правополушарную активацию в процессе слухоречевой деятельности, чем у испытуемых с большей доминантностью правого полушария.

Биомеханическое исследование ходьбы выявило, что у заикающихся абсолютные параметры шага (измеренные в секундах), а именно периоды циклов шагов и оба периода (первый и второй) двойной опоры как левой, так и правой ногой не отличаются от нормативных, соотношение периодов различных двигательных фаз внутри цикла шага нарушено. Увеличивается доля времени, в течение которого происходит период переноса (примерно равный периоду одиночной опоры) за счет уменьшения доли времени периода двойной опоры (как суммарного, так каждого из двух). Вследствие этого уменьшается и период опоры (одиночной и двойной). Мы видим здесь нарушение серийной организации движения, ибо сама структура серийного (смена двойной опоры на одиночную (перенос) и опять на двойную и т.д.) действия не нарушается, время всего макродействия не изменяется, а соотношение компонентов внутри серийного двигательного акта нарушается.

Можно провести определенную аналогию между серийной организацией речи и ходьбы, а также реципрокной координацией. Также важно отметить, что есть тенденция к асимметрии выявленных отклонений компонентов серийного двигательного акта: их пропорционально больше в правой ноге, что говорит о более выраженных дефектах в левом полушарии или о дефекте межполушарного взаимодействия.

Кроме того, в психофизиологическом исследовании было выявлено, что дефекты в процессе готовности к речи связаны с патологическим (по сравнению с контрольной группой нормально говоривших испытуемых) возбуждением лимбической системы и патологической деактивацией стволовых структур, левой лобной коры, левых базальных ядер и правой височной коры, а также с дополнительной активацией правой лобной коры. Патологическое возбуждение лимбической системы объясняет выявленные в клинко-психологическом исследовании данные о том, что заикание идет в специфическом психологическом синдроме, связанном с повышенной тревожностью, логофобией и неадаптивными реакциями во фрустрирующих ситуациях. Коррекция заикания снижает дополнительную лобную правополушарную активность, резко уменьшает гиперактивацию лимбической системы, улучшает межполушарное взаимодействие, что, как показывают данные трехкратно проведенных исследований, позитивно воздействует как на психофизиологические, так и на клинко-психологические и нейропсихологические симптомы.

Обсуждение

Как показали результаты биомеханического эксперимента, при заикании происходит специфическое нарушение, затрагивающее не абсолютное время цикла шага, а относительные параметры соотношения различных компонентов в структуре этого действия. Эти результаты и результаты исследования праксиса в нейропсихологических пробах можно интерпретировать как нарушение серийной организации движения, ибо сама структура серийного действия ходьбы (смена двойной опоры на одиночную (перенос) и опять на двойную и т.д.) и время всего макродействия не изменяются, но нарушается *соотношение* компонентов внутри серийного акта.

Речь на уровне слогов, слов и предложений представляет собой ритмизированную деятельность (Речь..., 1965), состоящую в последовательной смене однотипных элементов (например, слов), разделяемых паузами. Заикание как дефект возникает именно в момент переключения с одного элемента последовательности на другой, совпадающий с моментом инициации моторной реализации следующего элемента (здесь также необходимо от тормозить уже реализованный элемент). В пользу этого говорит также то, что заикание чаще возникает в начале слова, чем в его середине или конце, т.е. страдает переключение/иницирование, а не сам процесс реализации слова или фразы. Таким образом, можно постулировать связь между серийной организацией речи и ходьбы, а также реципрокной координации и динамического праксиса. Дефекты в этих пробах были также выявлены в работах К.Ю. Ретюнского (2000) и В.М. Шкловского с коллегами (2000).

Это может говорить о том, что у заикающихся нарушается общий фактор серийной организации движений и действий. То, что это верно и для такого не очень традиционного (и обычно мало контролируемого сознанием) объекта исследования в нейропсихологии, как ходьба, показывает системность и глобальность дефекта этого фактора у заикающихся.

Описанные данные о нарушениях межполушарного взаимодействия хорошо корреспондируют с результатами нашего психофизиологического исследования, где показано наличие малокорректируемого левополушарного лобного деактивационного дефекта у заикающихся, а также проблем активации левых базальных ядер (участвующих в нижних уровнях построения движений) и координирующего сложные движения мозжечка. Также хорошо это соотносится с фактом очень большой дефицитарности межполушарной координации в момент подготовки пациентов с заиканием к сложному речедвигательному акту — произнесению фразы (Кисельников, 2007).

Таким образом, сопоставление результатов нейропсихологического, биомеханического, психофизиологического и клинко-психологического исследований позволяет говорить, во-первых, о системном характере речевых нарушений при логоневрозе и, во-вторых, о единстве мозговых механизмов речевой и моторной готовности в психическом функционировании человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абелева И.Ю.* Психологический аспект заикания: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1976.
- Батышева Т.Т., Русина Л.Р., Скворцов Д.В.* Организация лаборатории клинического анализа движений // Мед. помощь. 2004. № 2.
- Витензон А.С.* Закономерности нормальной и патологической ходьбы человека. М., 1998.
- Глоzman Ж.М.* Количественная оценка данных нейропсихологического обследования. М., 1999.
- Карпова Н.Л., Волкова Н.В., Кисельников А.А., Пастушкова Л.М.* Практически ориентированные исследования в логопсихотерапии // Дефектология. 2006. № 4.
- Кисельников А.А.* Комплексное исследование психофизиологических и нейропсихологических механизмов заикания (в динамике коррекции) // Материалы научно-практических конгрессов III Всероссийского форума «Здоровье нации — основа процветания России». Т. 3. Ч. 2, раздел «Психология в междисциплинарном поле наук». М.: МГУ, 2007.
- Левин О.С.* Нарушения ходьбы: механизмы, классификация, принципы диагностики и лечения // Экстрапирамидные расстройства / Под ред. В.Н. Штока и др. М., 2002.
- Лохов М.И., Фесенко Ю.А., Шугарева Л.М.* Заикание: неврология или логопедия? СПб., 2005.
- Лурия А.Р.* Высшие корковые функции человека. М., 2000.
- Ретюнский К.Ю.* Клиника и терапия заикания с затяжным и неблагоприятным течением // Актуальные вопросы терапии психических заболеваний / Под ред. В.А. Буйкова и др. Челябинск, 2000.
- Речь, артикуляция, восприятие / Под ред. В.А. Кожевникова, Л.А. Чистович. М.; Л., 1965.
- Скворцов Д.В.* Клинический анализ движений. Анализ походки. Иваново, 1996.
- Хомская Е.Д., Привалова Н.Н., Ениколопова Е.В.* и др. Методы оценки межполушарной асимметрии и межполушарного взаимодействия. М., 1995.
- Шкловский В.М., Лукашевич И.П., Мачинская Р.И.* и др. Патогенетические механизмы заикания // Журн. неврол. и психиат. 2000. № 4.
- Annet M.* A classification of hand preference by association analysis // Brit. J. of Psychol. 1970. Vol. 61.
- De Nil L.F., Kroll R.M., Houle S.* Functional neuroimaging of cerebellar activation during single word reading and verb generation in stuttering and nonstuttering adults // Neurosci. Letters. 2001. Vol. 302.
- Forster D.C., Webster W.G.* Speech-motor control and interhemispheric relations in recovered and persistent stuttering // Develop. Neuropsychol. 2001. Vol. 19.

Gait and mental function / Proceedings of the International Conference. Madrid, 2006.

Giladi N. Gait disturbances // Parkinson's disease. Diagnosis and clinical management / Ed. by S.A. Factor, W.J. Weiner. N.Y., 2002.

Glozman J.M., Levin O.S., Olyunin D.J. et al. The interplay between gait, cognition and behavior in PD: assessment and rehabilitation // Gait and mental function / Proceedings of the International Conference. Madrid, 2006.

Horak F., Nashner L. Central Programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configuration // J. Neurophysiol. 1986. N 55.

Ludlow C.L. Stuttering: dysfunction in a complex and dynamic system // Brain. 2000. Vol. 123.

Neumann K., Euler H., Gudenberg A. von et al. The nature and treatment of stuttering as revealed by fMRI. A within- and between-group comparison // J. of Fluency Disorders. 2003. Vol. 28.

Olney S.J., Griffin M.P., McBride I.D. Temporal, kinematic, and kinetic variables related to gait speed in subjects with hemiplegia: a regression approach // Physical Therapy. 1994. Vol. 74. N 9.

Rosenzweig S. The picture-association method and its application in a study of reactions to frustration. N.Y., 1945.

Salmelin R., Schnitzler A., Schmitz F., Freund H.-J. Single word reading in developmental stutterers and fluent speakers // Brain. 2000. Vol. 123.

Spilberger Ch. Anxiety: Current trend in theory and research. N.Y.; L., 1972.

Wohlert A.B. Event-related brain potentials preceding speech and nonspeech oral movements of varying complexity // J. Speech Hear. Res. 1993. Vol. 36. N 5.

Поступила в редакцию
27.12.2006