

М.А. Емельянова, А.А. Скворцов,  
А.В. Власова, С.П. Сенющенко

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ В СОВРЕМЕННОЙ ЗАРУБЕЖНОЙ НЕЙРОПСИХОЛОГИИ: НЕЙРОКОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД

Нейрокогнитивный подход к изучению произвольных движений складывается на основе интеграции нейропсихологических клинических исследований и методологии когнитивной науки. В 1991 г. Роти и коллеги предложили первую нейрокогнитивную модель праксиса, активно используемую до сих пор. За прошедшие годы было проведено значительное число исследований, направленных на проверку и усовершенствование этой модели, обнаружилось некоторые ее ограничения. Это привело к пересмотру ряда ее исходных положений.

### **I. Основные когнитивные модели праксиса**

#### *а) Модель Роти и др.*

Наиболее известная на сегодня модель праксиса предложена в 1991 г. Роти и др. (Rothi et al., 1991) (см. рис. 1). При ее разработке авторы опирались на уже существовавшую модель речевых процессов (Morton, 1969, 1980; McCarthy, Warrington, 1984; Patterson, Shevell, 1987).

В модели присутствуют модально-специфические входы, лексико-семантический путь для реализации знакомых движений, хранимых в долговременной памяти, нелексический путь для незнакомых движений. Кроме того, в модели присутствует путь, отражающий процесс порождения речи, однако подробно он не описывается (см. McCarthy, Warrington, 1984; Patterson, Shevell, 1987).

Процесс восприятия обращенной речи описан в работах Baddeley et al., 1984; Romani, 1992; Jacquemot et al., 2006; Микадзе и др., 2012. Вербальная информация поступает в семантическую систему, где происхо-

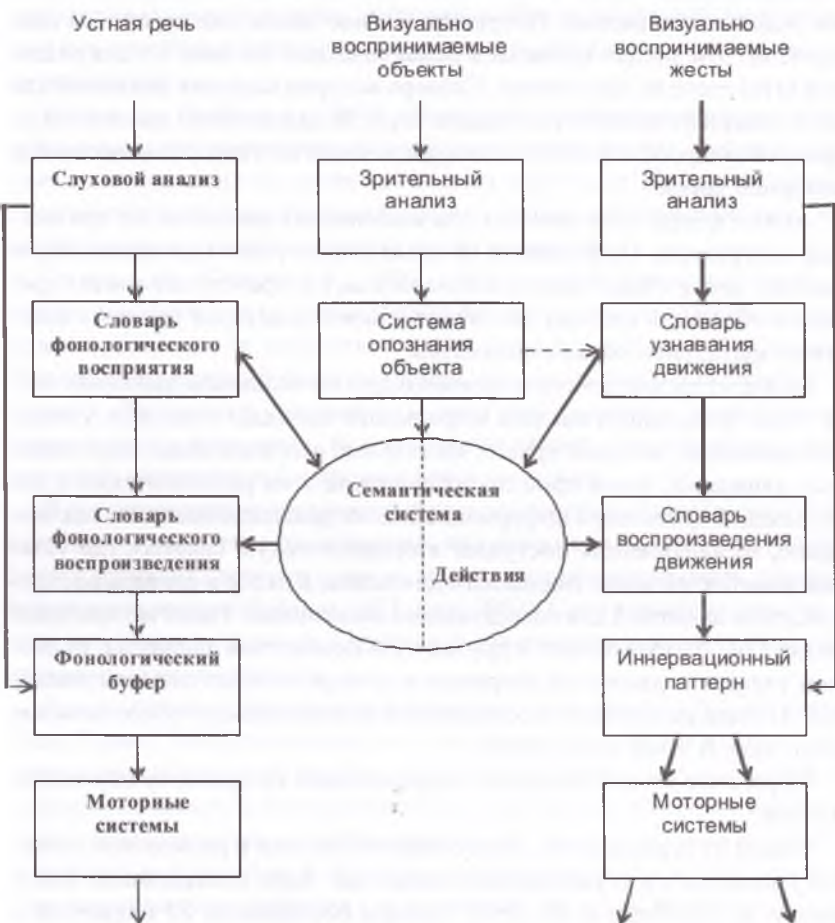


Рис. 1. Модель Роти и др. (Rothi et al., 1991)

дит понимание значений слов. Семантическая система также хранит: 1) знания об объектах, их функциях, способах использования, физических свойствах (благодаря знаниям об этих свойствах, предметы могут быть использованы не по прямому назначению); 2) знания об организации движений в последовательность; 3) значения символических движений (жест приветствия, аплодисменты и т.п.).

Далее информация поступает в словарь воспроизведения движений, который содержит пространственно-временные репрезентации, програм-

мы знакомых движений. Например, мы все знаем, как играют на виолончели. Эти знания хранятся в семантической системе, но для реальной игры этого не достаточно. Словарь воспроизведения движений как раз и содержит конкретные навыки игры. В дальнейшем двигательные программы преобразуются в иннервационный паттерн, реализующийся моторной корой.

Аналогичный путь имеется для выполнения движения по зрительной инструкции. Информация об объекте поступает в семантическую систему после стадии зрительного анализа, где происходит анализ признаков объекта, и систему опознавания объекта, в которой хранятся целостные зрительные образы предметов.

При повторении демонстрируемого другим человеком движения после этапа зрительного анализа информация попадает в словарь узнавания движений, который хранит зрительные репрезентации всех знакомых движений. Здесь происходит сличение этих репрезентаций с поступающей зрительной информацией. Если движение опознано как знакомое, то информация поступает в семантическую систему, где устанавливается значение увиденного движения, и далее в словарь воспроизведения движений для последующего выполнения. Также авторы предположили, что существует и другой путь повторения движения: от словаря узнавания движений напрямую в словарь воспроизведения движений. Однако дальнейшие исследования не подтвердили существование этого пути (Cubelli et al., 2000).

Обратимся к исследованиям, направленным на проверку описанной модели.

Одной из первых работ, послуживших толчком к разведению *словарей узнавания и воспроизведения движений*, было исследование Хейлмана и др. (Heilman et al., 1982). Авторы обследовали 20 пациентов с поражениями мозга, сравнив выполнение движений по вербальной команде и опознавание движений. При выполнении движений пациентам давали в руки предмет и просили показать, как бы они выполнили действие с ним. Для диагностики опознавания движений испытуемым показывался фильм, в котором человек выполнял пантомиму, т.е. изображал выполнение движения с предметом в отсутствие самого предмета. Пациентов просили выбрать одну из 3 пантомим, которая демонстрировала движение, названное экспериментатором. Было обнаружено, что все пациенты затруднялись в выполнении движений по команде. Однако одна часть пациентов верно опознавала движения, а другая нет. Был сделан вывод, что за опознавание и реализацию движения ответственны различ-

ные системы: первая хранит зрительные образы движений, необходимые для опознания движения как знакомого, вторая же ответственна за их реализацию.

Роти и др. (Rothi et al., 1986) обнаружили пациентов, которые правильно выполняли движения по вербальной команде, имитировали знакомые движения, но не могли их опознать зрительно. Данное наблюдение также подтверждает существование двух независимых блоков, ответственных за узнавание и реализацию движения.

Очипа и др. (Ochipa et al., 1990, 1994) описали одного пациента, у которого наблюдалась обратная картина: нарушения имитации пантомимы превосходили нарушение пантомимы по вербальной команде. Понимание движений было сохранно, что указывает на сохранность словаря. Нарушения пантомимы и имитации говорят о повреждении словаря воспроизведения. Все это подтверждает существование двух словарей: узнавания и воспроизведения движения.

В основу разделения словаря воспроизведения движений и семантической системы легли диссоциации, при которых пациент может определить функцию предмета, но не может продемонстрировать, как его надо использовать (Heilman, 1973; Roy, 1983). Семантическая система у таких пациентов сохранна, а трудности выполнения движения обусловлены нарушением словаря.

Для изучения строения самой семантической системы Рой и Сквээр (Roy, Square, 1985) провели исследование, в первой серии которого пациента просили указать на один из четырех объектов, который отражал функцию, названную экспериментатором (например, покажите предмет, который используется для забивания гвоздя). Во второй серии пациенту надо было выбрать 2 из 4 объектов, которые могли бы использоваться для определенного действия, на основе их функции или физических свойств (например, для вворачивания шурупа в дерево предлагался следующий набор: отвертка, монета в 10 центов, перо, ручка). Пациенты с апраксией не испытывали затруднений в первой серии, но при выполнении второй у них возникали трудности, что подтверждает неоднородность семантической системы.

Развивая мысль о неоднородности семантической системы, Шаллис (Shallice, 1987) приводит пример оптической афазии, при которой пациенты могут в ответ на зрительно предъявленный предмет изобразить движение с ним, но назвать предмет не могут. При этом пациенты способны назвать объект, когда он предъявляется в иной модальности. Шаллис объясняет подобное нарушение множественностью семантичес-

ких подсистем, для которых существует свой модально-специфический вход. На рис. 1 эта гипотеза отражена пунктирной линией в семантической системе.

Теперь обратимся к фактам, подтверждающим существование *лексического (проходящего через словари) и нелексического (непосредственно связывающего зрительный анализ и иннервационный паттерн) путей*.

В исследовании Роти и др. пациенты верно выполняли движения по команде, имитировали знакомые движения, но не могли их опознавать (Rothi et al., 1986). Лексический путь не объясняет диссоциацию между имитацией и пониманием движений, поэтому был предложен прямой нелексический путь между зрительным анализом и иннервационным паттерном. Этот путь позволяет имитировать знакомое движение иначе: оно кодируется как сумма отдельных бессмысленных сегментов. Названные исследователи полагают, что возможность здоровых испытуемых повторять бессмысленные движения, которые не имеют репрезентаций в словарях, также обусловлена существованием нелексического пути.

Однако ряд исследований заставили усомниться в гипотезе о двух путях. Так, в исследовании Торальдо и др. (Toraldo et al., 2001) пациентам с повреждениями мозга предъявлялись для имитации символические и бессмысленные движения. Диссоциаций обнаружено не было. Сходные результаты были получены в клиническом исследовании Кубелли и др. (Cubelli et al., 2000).

Однако в той же работе Кубелли выдвинул предположение, что наличие или отсутствие данной диссоциации обусловлено последовательностью предъявления материала.

Это утверждение было изучено в экспериментах Тессари и Румиати (Tessari, Rumiati, 2004). Осмысленные и бессмысленные движения здоровым испытуемым предъявлялись либо в двух разных блоках, либо в случайном порядке в одном блоке. Оказалось, что при раздельном предъявлении, испытуемые лучше воспроизводят осмысленные движения. Это подтверждает идею о том, что осмысленные движения реализуются с помощью непрямого (лексико-семантического) пути, а бессмысленные – с помощью прямого (нелексического). При смешанном предъявлении различий не наблюдалось. Авторы предположили, что при раздельном предъявлении двух видов движений, испытуемые используют привычные стратегии: не прямой маршрут для осмысленных движений и прямой – для бессмысленных. При смешанном предъявлении испытуемые могут выполнить задание с помощью двух стратегий: 1) вы-

полнять оба вида движений по прямому пути, т.е. рассматривать осмысленные движения, как бессмысленные и копировать их, ориентируясь лишь на их пространственные признаки; 2) всякий раз по ходу переключать путь для бессмысленных и осмысленных движений. Поскольку при смешанном предъявлении не было обнаружено различия между двумя видами движений, авторы заключают, что испытуемые используют первую стратегию. Влияние способа предъявления материала на стратегии реализации движений было показано и на клиническом материале (Tessari et al., 2007).

Теория стратегий выбора пути оспаривалась представителями стимуляционной теории, согласно которой выбор пути обусловлен самим типом движения. В исследовании Пресс и Хэйс (Press, Heyes, 2008) принимали участие здоровые испытуемые, которые должны были имитировать бессмысленные и осмысленные движения, предъявлявшиеся в блочном или смешанном режиме. Авторы обнаружили, что если при смешанном предъявлении движение любого типа следует за осмысленным движением, то оно воспроизводится быстрее и более точно, чем если оно следует за бессмысленным. Этот факт объясняется тем, что бессмысленное движение больше загружает рабочую память, т.к. человек вынужден его кодировать поэлементно, в отличие от осмысленного движения, которое представлено как единое целое в семантической памяти и реализуется по лексико-семантическому пути. Полученные данные не согласуются с теорией стратегий, согласно которой в смешанном задании и бессмысленные, и осмысленные движения реализуются через нелексический маршрут, а, значит, оба кодируются одинаково и в одинаковой степени загружают рабочую память. Авторы приходят к выводу, что выбор пути зависит от типа самого движения (осмысленные идут через лексический путь, а бессмысленные – через нелексический), а не от выбранной субъектом стратегии.

*б) Модель Кубелли и др.*

Новый вариант когнитивной модели праксиса был предложен в 2000 году (см. Рис. 2).

Ранее описанную модель Роти и др. авторы обогатили механизмом зрительно-моторной перешифровки в нелексическом маршруте. О его наличии говорят данные Голденберга (Goldenberg, 1995). В первой серии исследования испытуемых просили имитировать незнакомые движения. Во второй серии испытуемый садился напротив манекена, чьи руки могли двигаться, как руки человека. Задачей испытуемого было

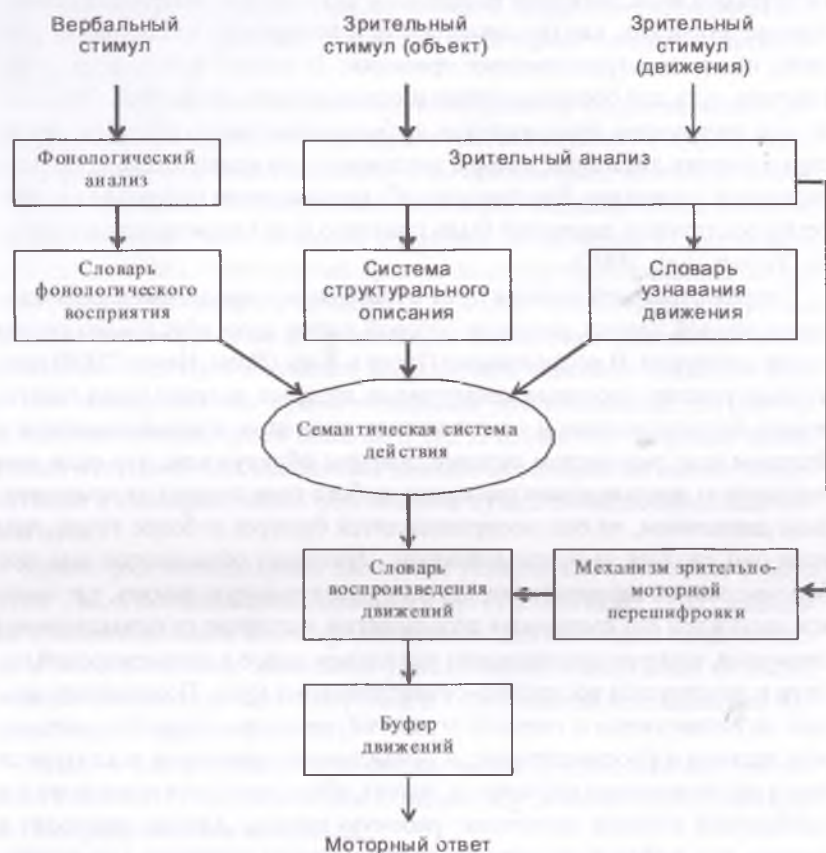


Рис.2. Модель Кубелли и др. (Cubelli, et al., 2000)

воспроизвести на манекене позу, демонстрируемую экспериментатором. Пациенты с поражением левого полушария затруднялись не только в имитации, но и в задании с манекеном. Голденберг предположил, что в данном случае нарушается трансляция пространственных характеристик наблюдаемого движения в пространственные репрезентации конфигураций тела. Следовательно, зрительные признаки перекодируются в моторный паттерн не непосредственно, а через механизм зрительно-моторной перешифровки.

Кубелли и др. отказались от связи между словарями узнавания и воспроизведения движений, а оставили только связь через семантичес-

кую систему. Связь между словарями предполагает пациентов, которые затруднились бы в реализации незнакомых движений, но могли воспроизводить знакомые движения без понимания их значения. Однако авторы не обнаружили пациентов с такими нарушениями.

Также в модель был добавлен буфер жестов, удерживающий в кратковременной памяти выполняющиеся в данный момент моторные программы. Характеристики данного компонента обсуждались в работе Румиати и Тессари (Rumiati, Tessari; 2002). Здоровые испытуемые запоминали знакомые и незнакомые движения, предъявляемые отдельными блоками. Выявлено, что осмысленные движения запоминались лучше. Авторы связывают это с тем, что знакомые движения хранятся в семантической памяти в виде целостных репрезентаций, поэтому при их реализации кратковременная память загружается незначительно. Незнакомые движения кодируются через прямой маршрут в виде отдельных сегментов движения. Это дает большую нагрузку на кратковременную память, что объясняет выявленное различие.

Отталкиваясь от результатов Смит и Пендлттона (Smyth, Pendleton, 1988), Румиати и Тессари поставили вопрос о существовании компонента рабочей памяти, специфичного для движений. Для проверки этой гипотезы авторы включили в описанный выше процесс запоминания двух типов движений три конкурирующих задания: артикуляторное, пространственное и моторное. В результате моторное интерферирующее задание в большей степени снижало запоминание движений. Авторы приходят к выводу о существовании особой подсистемы рабочей памяти, которая специфично обрабатывает моторную информацию.

Опираясь на свою модель, Кубелли и др. описывают 5 паттернов нарушений, возникающих у больных с поражениями мозга, у которых оценивалось состояние праксиса в четырех сериях. 1. Имитация интранзитивных движений (т.е. движений без объекта), половина из которых были символическими, другая половина – бессмысленными. Для обоих типов движений в половине случаев требовалось воспроизвести движение, а в половине – выполнить моторную последовательность. Выполнение моторной последовательности было направлено на оценку буфера движений. 2. Выполнение интранзитивных движений по вербальной команде. 3. Выполнение транзитивных движений (т.е. движений с объектами) по вербальной команде. 4. Узнавание использования объектов. Обнаружены следующие паттерны нарушений (Cubelli et al., 2000; Bartolo et al., 2008):

1. Нарушение словаря узнавания приводит к трудностям в опознании увиденных движений (выполнение задания 4 затруднено). При этом



способность имитировать и выполнять движения по вербальной или зрительной инструкции и самостоятельно сохранна, т.к. нелексический путь и части лексического пути, задействующие вербальный и зрительные входы, не повреждены (1, 2, 3 задания доступны). Данный вид нарушений квалифицируется как агнозия на движения.

2. Дефицит семантической системы проявляется в нарушении выполнения осмысленных движений (задания 2, 3 затруднены) при сохранной имитации бессмысленных движений (сохранен нелексический путь) (задание 1 с бессмысленными движениями выполняется). Пациенты могут отличить правильное выполнение движения от ошибочного, т.к. сохранен словарь узнавания (задание 4 доступно). Данный вид нарушений квалифицируется как идеаторная апраксия семантического типа.

3. Дефицит словаря воспроизведения проявляется в нарушении продуцирования знакомых движений (задания 2, 3 затруднены) при сохранности их узнавания (сохранен словарь узнавания) (задание 4 доступно). Имитация бессмысленных движений сохранна за счет зрительно-моторной перешифровки (задание 1 с бессмысленными движениями выполняется). Данный вид нарушений квалифицируется как идеаторная апраксия производственного типа.

4. Дефицит зрительно-моторной перешифровки приводит к трудностям имитации бессмысленных движений (задание 1 с бессмысленными движениями затруднено), но пациент узнает и продуцирует движения, имеющие значение, за счет лексического пути (задания 2, 3, 4 доступны). Данный вид нарушений квалифицируется как идеомоторная апраксия.

5. Нарушение буфера движений приведет к нарушению продуцирования смысловых бессмысленных движений, включая имитацию (задания 1, 2, 3 затруднены). Узнавание движений будет сохранно (задание 4 доступно). Данный вид нарушений квалифицируется как идеомоторная и идеаторная апраксии.

*в) Модально-специфические входы и модель конвергирующих путей.*

Вопрос о модально-специфических входах рассматривали еще Роти и др. (Rothi et al., 1991), ссылаясь на клинические данные Хейлмана (Heilman, 1973), который предлагал испытуемым следующие задания: 1) пантомима по вербальной команде, 2) повторение пантомимы, 3) движение с предметом по вербальной команде. Пациенты затруднялись в пантомиме по вербальной команде, но без труда повторяли пантомиму, а также выполняли движения с предметом по вербальной команде и могли устно описать функцию объекта. Де Ренци и др. (De Renzi et al.,

1982) предлагали пациентам с поражением левого полушария помимо трех заданий, использованных Хейлманом, выполнить пантомиму при зрительном предъявлении объекта. Авторы обнаружили пациентов, у которых выполнение пантомимы в такой ситуации было хуже, чем при выполнении пантомимы по вербальной команде. Для объяснения этих данных Роти и др. предположили существование отдельных модально-специфических входов (рис. 1).

В модели Шенэ и Хамфриса (Chainay, Humphreys, 2002a), представленной на рис. 4, авторы вводят уже прямые модально-специфические пути, минующие семантическую систему.

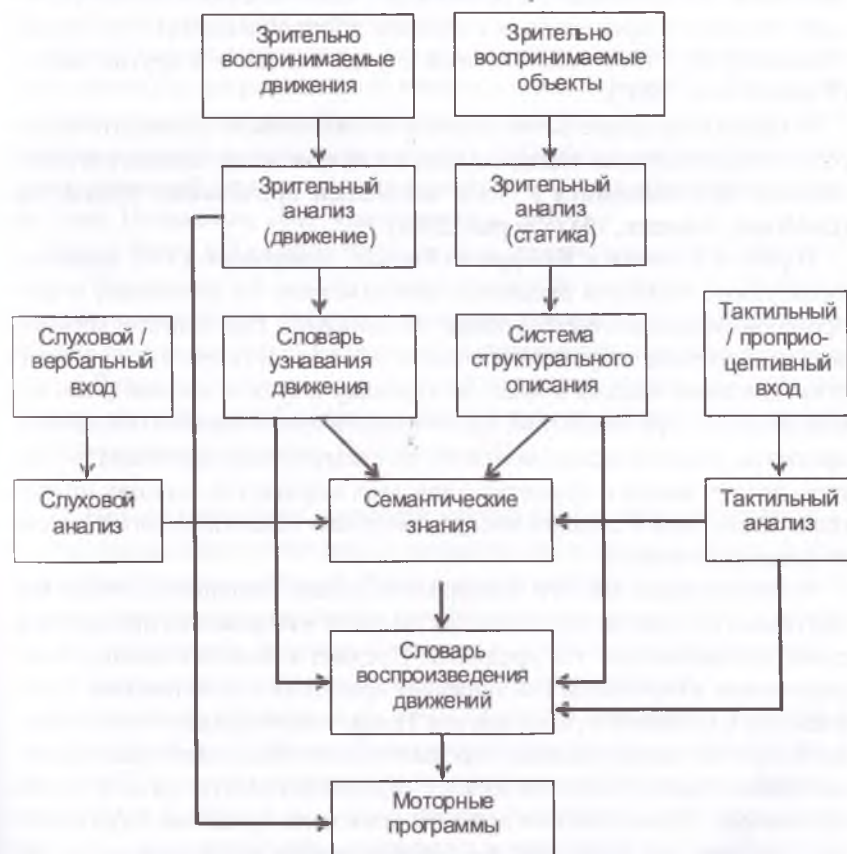


Рис. 3. Модель конвергирующих путей (Chainay, Humphreys, 2002a).

Первые доказательства существования зрительного лексико-несемантического пути, идущего от блока опознания объектов непосредственно к словарю воспроизведения, были получены Риддоч и Хамфрисом (Riddoch, Humphreys, 1987). Они описали пациента J.B. с нарушением называния предъявленных зрительно объектов, но сохранным называнием в ответ на устное описание предмета. Также J.B. затруднялся указать, какие из предъявляемых зрительно предметов употребляются вместе, например, гвоздь и молоток, но больной мог сделать это, если ему предъявлялись названия предметов. В то же время, пациент мог в ответ на предъявляемые зрительно предметы выполнить соответствующие движения. Эта возможность объяснялась наличием связи между системой опознания предметов и словарем воспроизведения (см. также Riddoch et al., 1988). Аналогичный случай описан и в другой работе (Riddoch et al., 2002).

В качестве доказательства существования прямого несемантического пути используются также случаи, когда поведение пациентов обусловлено бросившимися в глаза внешними признаками предметов (Goldstein, Scheerer, 1941; Лурия, 2008).

В работе Румиати и Хамфриса (Rumiati, Humphreys, 1998) здоровые испытуемые называли предметы, изображенные на картинках, и воспроизводили соответствующие им движения. При двигательном ответе испытуемые допускали больше ошибок по типу зрительного сходства (движение письма в ответ на картинку с зубной щеткой), чем семантических. При назывании число семантических ошибок (называние предмета, семантически связанного со стимульным) преобладало. Авторы делают вывод о существовании двух маршрутов, идущих от зрительной системы к словарю воспроизведения: семантического и лексико-несемантического.

В исследовании Шенэ и Хамфриса (Chainay, Humphreys, 2002b) испытуемым предъявлялись два вида стимулов: изображения предметов и слова, обозначающие эти предметы. Предметы, использованные в исследовании: а) предполагали движение вращения или наливания; б) относились к кухонной утвари или нет. Испытуемым предлагалось совершить: двигательное суждение (предмет предполагает движение вращения или наливания), семантическое суждение (относится ли он к кухонной утвари). Время реакции при семантическом суждении не различалось для слов и изображений, т.к. в любом случае необходима семантическая система. Двигательное суждение было быстрее в ответ на изображения. Это вновь указывает на существование прямого маршрута,

используемого для двигательного суждения при предъявлении изображений, т.к. двигательное же суждение в ответ на слова выполняется с опорой на семантическую систему.

Сходное исследование было проведено Юн и др. (Yoon et al., 2002). Они показали различие времени называния, категоризации и актуализации движения при предъявлении слова, обозначающего орудие, или самого орудия. Обнаружено, что для слов меньше время называния и категоризации, а для орудий – актуализации движения. Во втором исследовании сравнивались ошибки актуализации движения и называния, возникающие при предъявлении орудий и слов, их обозначающих. Было показано, что в ответ на слова возникает больше семантических ошибок, а в ответ на орудия – зрительных.

Юн и Хамфрис обнаружили, что ориентация предмета влияет на принятие двигательных решений, в то время как семантический прайминг – на принятие семантических (Yoon, Humphreys, 2007). Это также приводит авторов к выводу о существовании двух зрительных маршрутов реализации движений, семантического и лексико-несемантического (см. также Yoon, Humphreys, 2005; Garofeanu et al., 2004).

Также Шенэ и Хамфрис изучали роль проприоцептивной обратной связи. Вместо орудий испытуемым предлагались кубики, по размерам сходные с настоящим орудием. Тактильно и визуально кубики не напоминали орудия, однако их наличие улучшало выполнения действия больными. Результаты обоих исследований говорят о важном участии модально-специфической обратной связи в выборе движения из словаря воспроизведения (Chainay, Humphreys 2002a).

## **II. Новые тенденции развития когнитивных моделей праксиса**

Ряд направлений когнитивных исследований праксиса выходят за пределы традиционных моделей. В них рассматриваются такие вопросы, как формирование нового движения, его динамическая адаптация к условиям среды, возможность взаимного влияния путей реализации движения.

### *г) Построение новых движений (модель Бартоло и др.)*

Бартоло и др. (Bartolo, et al., 2003) отмечают, что модель Кубелли и др. (Cubelli, et. al., 2000) не объясняет построение *новых* осмысленных движений. На основе анализа единичного случая авторы модифицировали модель Кубелли и др. для объяснения реализации пантомимы. Пациентка VL с инсультом в левом полушарии демонстрировала изолированное нарушение пантомимы как по инструкции во всех трех модальностях, так и в условиях имитации. Выполнение знакомых движений было сохранно.

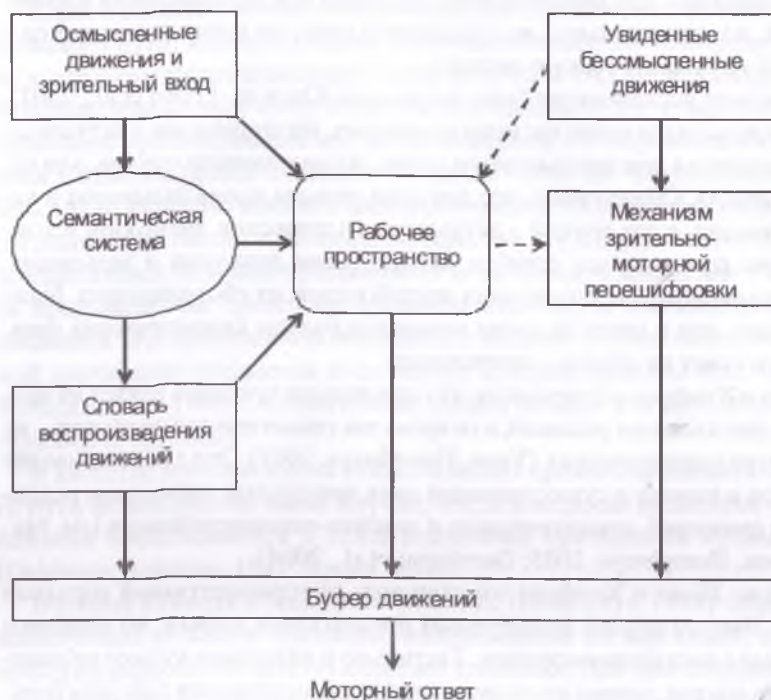


Рис.4. Модель Бартоло и др. (Bartolo et al.,2003)

Больная не затруднялась в восприятии знакомых движений. Имелся невыраженный дефицит имитации бессмысленных движений.

Подобная диссоциация не объяснима моделью Кубелли и др., т.к. в ней для пантомимы и других смысловых движений предусмотрен один и тот же лексико-семантический путь. Однако у VL сохранность выполнения смысловых движений по инструкции говорит о том, что семантическая система и словарь воспроизведения не пострадали. Изолированное нарушение пантомимы, указывает на то, что пантомима является особым видом движения, реализуемым отдельным механизмом.

По мнению Бартоло и др. особенность пантомимы состоит в том, что она, будучи смысловым движением, почти не встречается в повседневной жизни, то есть представляет собой новое для испытуемого движение, хотя и является отражением привычных транзитивных движений. Следовательно, не существует готовых моторных программ для

пантомимы, подобно моторным программам для транзитивных движений, хранящимся в словаре воспроизведения.

Авторы полагают, что для пантомимы необходим отдельный механизм, интегрирующий новое движение на основе: 1) знаний об объектах и их функциях (семантическая информация); 2) моторных программ использования объектов, хранящихся в словаре воспроизведения движений; 3) информации зрительного входа. Этот особый механизм был назван рабочим пространством (см. рис. 4).

Согласно Бартоло и др., роль рабочего пространства выполняет рабочая память. Эта гипотеза подтверждена при исследовании у VL рабочей памяти, которая была снижена. Нарушения языковых, оптико-пространственных, управляющих и мыслительных функций отсутствовали.

Трудности имитации бессмысленных движений у VL авторы предложили также объяснить дефектом рабочей памяти. По их мнению, при отсроченной имитации рабочее пространство нужно для удержания образца. Эту связь отражают пунктирные линии (см. рис. 5). Значение рабочей памяти для имитации отмечено также в работах Поя (Stamenova, 2010).

*д) Динамическая репрезентация движения (модель Баксбаум)*

В 2001 году Баксбаум (Vuxbaum, 2001) задалась вопросом, возможно ли выполнение движения лишь на основе актуализации семантических знаний и репрезентаций движений, хранящихся в словарях. Может ли программа движения оставаться всегда неизменной, если условия среды, в которых протекает движение, меняются. Автор полагает, что для продуцирования движения необходима система, реализующая динамическую адаптацию упроченной репрезентации знакомого движения к уникальным пространственным условиям. Тем самым Баксбаум приближается к сформулированному Бернштейном принципу «повторения без повторения» (Бернштейн, 2008; Гордеева, Зинченко, 1982).

Баксбаум предлагает ввести «динамическую часть репрезентации движения», которая дополняет «сохраняемую часть репрезентации движения», выполняющую роль словаря воспроизведения (см. рис.5).

Динамическая часть репрезентации движения обеспечивает подстройку хранящейся моторной репрезентации к уникальным условиям среды с помощью двух подсистем: внешнего и внутреннего кодирования. Внутреннее кодирование отражает пространственное положение частей тела друг относительно друга. Подсистема внешнего кодирования оценивает положение объектов во внешнем пространстве относительно субъек-

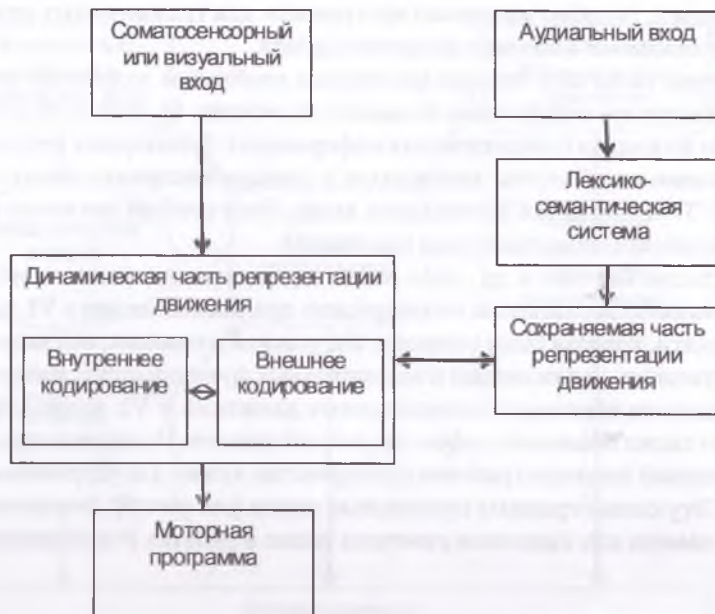


Рис. 5. Модель Баксбаум (Vuxbaum, 2001)

та. Репрезентация знакомого движения, реализуется на основе ее модификации, исходя из оценки соположения частей тела субъекта и расположения объекта. По мнению Баксбаум, динамическая часть репрезентации движения обеспечивается широко известной дорзальной системой мозга (Ungerleider, Mishkin, 1982).

Баксбаум описывает пациентку ВГ, которая затруднялась в выполнении пантомимы и была относительно успешна в реальном употреблении предметов (Vuxbaum et al., 2000). Когда больной предьявляли изображении рук в различных ракурсах, она затруднялась определить, правая или левая рука ей демонстрируется. Также ВГ испытывала трудности при определении, одно и то же ли движение ей демонстрируют с разных ракурсов. По мнению Баксбаум, ВГ выполняла движения с предметами, т.к. подсистема внешнего кодирования у нее была относительно интактна. В заданиях на пантомиму и на определение рук и движений требуется информация о соположении частей тела, обрабатываемая подсистемой внутреннего кодирования, которая и была наруше-

на. Эти данные подтверждали, что подсистемы внутреннего и внешнего кодирования существуют независимо друг от друга.

Хааланд и др. (Haaland et al., 1999) подвергли эти две подсистемы экспериментальному изучению. В исследовании принимали участие 3 группы испытуемых: пациенты с инфарктом головного мозга и апраксией, пациенты с инфарктом головного мозга без апраксии и группа нормы. Испытуемые должны были, используя специальное техническое устройство, совместить иглу, которой они управляли вручную, с точкой на цифровом планшете. Саму иглу и точку непосредственно не было видно: их расположение демонстрировалось на мониторе. Это было сделано ради возможности целенаправленно исключать информацию о расположении точки или иглы. Согласно замыслу авторов, информация о точке – это информация об экстраперсональном пространстве, которая, по мнению Баксбаум, обеспечивается подсистемой внешнего кодирования. Информация о расположении иглы соответствовала информации о положении руки (система внутреннего кодирования по Баксбаум).

Обнаружено, что точность движений у больных с апраксией была сравнима с точностью испытуемых двух других групп при условии доступности обоих типов информации. Если экстра или/и интраперсональная информация недоступна, больные с апраксией демонстрировали менее продуктивное выполнение задания. Эти данные подтверждают наличие двух описанных Баксбаум подсистем, а также то, что симптомы апраксии могут быть вызваны ослаблением каждой из них.

Баксбаум описывает больного, симптоматика которого указывала не только на существование подсистем внешнего и внутреннего кодирования, но и на наличие системы структурного описания частей тела друг относительно друга в состоянии покоя (Buxbaum, Coslett, 2001).

### **Взаимовлияние и взаимодействие путей**

В рассмотренном ранее исследовании модально-специфических путей Шенэ и Хамфрисом (Chainay, Humphreys, 2002a) отмечалось улучшение выполнения движений при визуальном или тактильном предъявлении орудия по сравнению с условием подачи только вербальной инструкции или демонстрации движения (без орудия). Это позволило авторам предположить, что зрительные семантический и несемантический пути оказывают взаимное влияние.

Влияние путей друг на друга обнаруживается и при патологии. Были описаны два пациента, которые могли воспроизвести движения, если им назывались соответствующие предметы (Riddoch et al., 1989; Pilgrim,



Humphreys, 1991). Это указывало на сохранность и семантической системы, и ее связи со словарем воспроизведения. Один из больных мог называть объекты, второй же – соотносить названия предметов с изображениями, что указывало на сохранность связи между блоком опознания объектов и семантической системой. Однако пациенты затруднялись выполнять движения в ответ на зрительное предъявление предмета. Возникает вопрос, почему нарушается выполнение движений в ответ на зрительно предъявленный предмет, если путь от зрительной системы через семантическую систему к словарю воспроизведения не поврежден. Ридлоч и др. предположили, что причиной этого является нарушение прямого пути, идущего от системы опознания предметов к словарю воспроизведения. Повреждение этого пути создает «шум», который частично блокирует семантический путь.

Шенэ и Хамфрис (Chainay, Humphreys, 2002a) было искусственно смоделировано нарушение зрительного маршрута. В качестве стимульного материала использовались изображения орудий-«химер» (составленных из частей разных орудий) или изображения частей орудий. Обнаружилось, что даже когда испытуемые могут назвать изображенное орудие и определить способ его использования, выполнение соответствующего движения было хуже, чем при условии предъявления правильных изображений тех же орудий.

Данные указывают на то, что актуализация движений, выполняемых в ответ на зрительное предъявление предметов, происходит с использованием не одного из двух маршрутов (семантический или несемантический), а обоих. Таким образом, не только опровергается утверждение о независимости путей реализации движения, но и утверждается возможность их совместной работы. При этом семантический путь обеспечивает выбор класса движения; несемантический же маршрут определяет оптимальные параметры моторной программы (Chainay, Humphreys, 2002a; Yoon, et al., 2002; Yoon, Humphreys, 2007).

Подводя итоги, можно отметить, что в описанных моделях праксиса используется характерная для когнитивной психологии методология построения блоковых схем обработки информации. Однако в ряде исследований выделяются моменты, которые заставляют пересматривать некоторые исходные положения подхода и формируют «точки роста» нейрокогнитивной парадигмы: проблема независимости путей переработки информации, которая перерастает в исследования их взаимодействия; проблема динамического построения движения (в отличие от актуализации штампов движения из словаря), связанная с вопросом о механизмах формирования двигательных навыков. Эти направления ис-

следований тематически сближают современный нейрокогнитивный подход с отечественной психологией и физиологией активности.

*Список литературы*

- Бернштейн Н.А. Биомеханика и физиология движений. Избранные психологические труды. М., 2008.
- Гордеева Н.Д., Зинченко В.П. Функциональная структура действия. М., 1982.
- Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека. СПб., 2008.
- Микадзе Ю.В., Скворцов А.А., Козинцева Е.Г., Зайкова А.В., Иванова М.В. Психологическое строение письменной речи в современной зарубежной невропсихологии // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика, 2012. № 2. С. 21-29.
- Baddeley A.D., Lewis V.J., Vallar G. (1984) Exploring the articulatory loop // *Quart J Experim Psychol*, 36:233-252.
- Bartolo A., Cubelli R., Della Sala S., Drei (2003) Pantomimes are special gestures which rely on working memory // *Brain and cognition*, 53, 483-494.
- Bartolo A., Cubelli R., Della Sala S. (2008) Cognitive approach to the assessment of limb apraxia // *The clinical neuropsychologist*, 22: 27-45.
- Buxbaum L.J., Giovannetti TG, Libon D. (2000) The role of the dynamic body schema in praxis: Evidence from primary progressive apraxia // *Brain and Cognition*, 44, 166-191.
- Buxbaum, L.J. (2001). Ideomotor apraxia: A call to action // *Neurocase*, 7, 445-458.
- Buxbaum L.J., Coslett H.B. (2001). Specialised structural descriptions for human body parts: Evidence from autotopagnosia // *Cogn Neuropsychol*. 1; 18(4):289-306.
- Chainay H., Humphreys G.W.(2002 a) Neuropsychological evidence for a convergent route model for action // *Cognitive Neuropsychology*, 2002, 19 (1), 67-93.
- Chainay, H., Humphreys G.W. (2002 b) Privileged access to action for objects relative to words // *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 348-355.
- Cubelli R., Marchetti C., Boscolo G., Della Salla S. (2000). Cognition in action: testing a model of limb apraxia // *Brain and cognition*, 44, 144-165.
- De Renzi, E., Faglioni, P., Sorgato P. (1982). Modality-specific and supramodal mechanisms of apraxia // *Brain*. 105, 301-312.
- Garofeanu, C., Kroriczak, G., Goodale, M. A., Humphrey, G. K. (2004). Naming and grasping common objects: A priming study // *Experimental Brain Research*. 159, 55-64.
- Goldenberg G. (1995). Imitating gestures and manipulating a mannikin – the representation of the human body in ideomotor apraxia // *Neuropsychologia*, 33, 73-82.
- Goldstein K., Scheerer M. (1941). Abstract and concrete behavior an experimental study with special tests // *Psychological Monographs*. Vol 53(2), 1-151.
- Haaland K.Y., Harrington D.L., Knight R.T. (1999). Spatial deficits in ideomotor limb apraxia. A kinematic analysis of aiming movements // *Brain*. 122 ( Pt 6):1169-82.

- Heilman K.M. (1973). Ideational apraxia – a redefinition // *Brain*, 96, 861-864.
- Heilman K.M., Rothi L.J.G., Valenstein E. (1982). Two forms of ideomotor apraxia // *Neurology*. 32, 342-246.
- Jacquemot C., Dupoux E., Decouche O., Bachoud-Lervi A.C. (2006). Misperception in sentences but not in words: Speech perception and the phonological buffer // *Cogn. Neuropsychol.* 23(6):949-71.
- McCarthy, R., Warrington, E.K. (1984). A two-route model of speech production. Evidence from aphasia // *Brain*. 107 (Pt 2):463-85.
- Morton J. (1969). Interaction of information in word recognition // *Psychol. Rev.* 76:165-78.
- Morton J. (1980). The Logogen Model and Orthographic Structure // In: *Cognitive Processes in Spelling*. Frith U. (Ed.). London: Academic Press, 117-133.
- Ochipa, C., Rothi, L.J.G., Heilman, K.M. (1990). Conduction apraxia // *Journal of clinical and experimental neuropsychology*. 12, 89.
- Ochipa, C., Rothi, L.J.G., Heilman, K.M. (1994). Conduction apraxia // *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 57, 1241-1244.
- Patterson, K. E., Shewell, C. (1987). Speak and spell: dissociations and word class effects // In M. Coltheart, G. Sartori, and R. Job (Eds). *The cognitive neuropsychology of language*. London: Erlbaum. P. 273-294.
- Pilgrim, E., & Humphreys, G.W. (1991). Impairment of action to visual objects in a case of ideomotor apraxia // *Cognitive Neuropsychology*. 8, 459-473.
- Press C., Heyes C. (2008) Stimulus-driven selection of routes to imitation // *Exp. Brain. Res.* 188:147-152.
- Riddoch, M.J., Humphreys, G.W. (1987). Visual object processing in optic aphasia: A case of semantic access agnosia // *Cognitive Neuropsychology* 4, 131-185.
- Riddoch, M. J., Humphreys, G. W., Price, C. J. (1989) Route to action: Evidence from apraxia. *Cognitive Neuropsychology*, 6, 137-454.
- Riddoch, M. J., Humphreys, G. W., Coltheart, M., Funnell, E. (1988). Semantic systems or system? Neuropsychological evidence re-examined. *Cognitive Neuropsychology*, 5, 30-25.
- Riddoch, M. J., Humphreys, G. W., Heslop, J., Castermans, E. (2002). Dissociations between object knowledge and everyday action. *Neurocase*, 8, 100-110.
- Romani C. (1992) Are there distinct input and output buffers? Evidence from an aphasic patient with an impaired output buffer. *Lang Cogn Proc*, 7:131-62.
- Rothi L.J.G., Ochipa C., Heilman K. (1991) A cognitive neuropsychological model of limb praxis. *Cognitive neuropsychology* 8 (6), 443-458.
- Rothi L.J.G., Mack L., Heilman K. M. (1986). Pantomime agnosia. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 49, 451-454.
- Roy E.A. (1983) Current perspectives on disruptions to limb praxis. *Physical therapy*, Vol. 63., Number 12, December, 1998 – 2003.
- Roy E.A., Square P.A. (1985) Common consideration in the study of limb, verbal, and oral apraxia. In E.A. Roy (Ed.), *Advances in psychology. Neuropsychological studies of apraxia and related disorders*. Vol.23. Amsterdam: North-Holland, 111-161.

Rumiati R.I., Tessari A. (2002) Imitation of novel and well-known actions: the role of short-term memory. *Exp Brain Res*. Feb;142 (3):425-33.

Rumiati R. I., Humphreys G. W. (1998). Recognition by action: Dissociating visual and semantic routes to actions in normal observers. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 631-647.

Shallice T. (1987) Impairments of semantic processing: Multiple dissociations. In M. Coltheart, G. Sartori, & R. Job (Eds.). *The cognitive neuropsychology of language* (pp. 111-128). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Smyth MM, Pendleton LR (1988) Working memory for movements. *Q J Exp Psychol A* 41:235-250.

Stamenova V. (2010) A model-based approach to limb apraxia: evidence from stroke and corticobasal syndrome. A thesis submitted in conformity with the requirements for the degree of Doctor of Philosophy Graduate Department of Rehabilitation Science in the University of Toronto.

Tessari A, Rumiati R.I. (2004) The strategic control of multiple routes in imitation of actions. *J Exp. Psychol Hum Percept Perform*, 30: 1107-16.

Tessari A., Canessa N., Ukmar M., Rumiati R.I. (2007) Neuropsychological evidence for a strategic control of multiple routes in imitation. *Brain*, Volume 130, Issue 4 Pp. 1111-1126.

Toraldo A, Reverberi C, Rumiati RI. (2001) Critical dimensions affecting imitation performance of patients with ideomotor apraxia. *Cortex*, 37: 737-40.

Ungerleider L.G. Mishkin, M. (1982) Two cortical visual systems. In D.J. Ingle, M.A. Goodale, and R.J.W. Mansfield (Eds.), *Analysis of visual behavior*. Cambridge, MA: MIT Press.

Yoon, E. Y., Heinke, D., Humphreys, G. W. (2002). Modelling direct constraints on action selection: The Naming and Action Model (NAM). *Visual Cognition*, 9, 615-661.

Yoon, E. Y., Humphreys, G. W. (2005) Direct and indirect effects of action on object classification. *Memory & Cognition*, 33 (7), 1131-1146.

Yoon, E. Y., Humphreys, G. W. (2007). Dissociative effects of viewpoint and semantic priming on action and semantic decisions: Evidence for dual routes to action from vision. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60 (4), 601-623.