

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КЛИНИЧЕСКИХ ФЕНОМЕНОВ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ

© 2008 г. Ю. В. Микадзе*, В. Б. Скворцова**

*Доктор психологических наук, профессор кафедры нейро- и патопсихологии МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

**Аспирант кафедры нейро- и патопсихологии МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Анализируется понятие рабочей памяти в современных когнитивных и нейропсихологических исследованиях. Предпринята попытка описать нарушения рабочей памяти на примере субтестов рабочей памяти шкалы памяти Векслера (WAIS-III, 1997) у пациентов с черепно-мозговой травмой. Качественный анализ позволил выделить разные типы ошибок у больных с локализацией поражения преимущественно в передних и задних отделах мозга. В основе разных сочетаний типов ошибок и выделенных феноменов лежит предположительно выпадение одного из звеньев процесса. Делается вывод о неправомерном расширении термина рабочей памяти. В качестве альтернативы предлагается понятие функциональной рабочей системы.

Ключевые слова: нейропсихология, рабочая память, схема, сукцессивная и симультанная стратегии, переструктурирование, внимание, черепно-мозговая травма.

Термин “рабочая память” впервые был предложен в книге Дж. Миллера, И. Галантер и К. Прибрама “Планирование и структуры поведения” в 1960 г. [35], но интерес к рабочей памяти в современной психологии и когнитивных науках появился после работ А. Бэддели и Г. Хитча в начале 70-х гг. По определению А. Бэддели, рабочая память (РП) – это система, предоставляющая временное хранилище для информации и осуществляющая с ней манипуляции, необходимые для решений сложных когнитивных задач [2]. Накоплен большой экспериментальный материал по изучению РП у здоровых испытуемых, а также в группах пациентов с органической и функциональной патологией [30, 42, 43]. Во многом активное изучение и разработка теорий РП связаны с попытками объяснить с ее помощью часто наблюдаемые в клинике феномены дезадаптации пациентов, которые проявляются в неспособности удерживать в памяти текущие действия и намерения, планировать собственные действия, переклюкаться с выполнения одной задачи на другую, осуществлять переработку непрерывно поступающей в память информации об окружающем мире [1].

В отечественной научной школе и литературе термин “рабочая память” практически не использовался, но близким к нему является определение оперативной памяти, свойства которой активно изучались в рамках инженерной психологии в 60–70-е гг. (см. [6], а также: Стрелков Ю.К., Носкова О.Г. Психология в Московском университете 1755–2005. М.: МГУ, 2007. С. 310). Выделение

оперативной памяти проводилось только на основе психологического критерия – ее функции в деятельности, а содержанием являлась информация из кратковременной и долговременной памяти, необходимая для достижения цели того или иного действия. В своей оставшейся незаконченной статье “Парадоксы памяти” А.Р. Лурия также указывал на правомерность деятельностного подхода к вопросу об объеме кратковременной памяти и длительности сохранения в ней следов, подчеркивая, что для поиска анатомических субстратов памяти процессы запоминания необходимо рассматривать включенными в конкретную деятельность и иерархически подчиненными ей [12].

В клинической нейропсихологии понятие оперативной памяти использовалось И.М. Тонконогим с соавтором для объяснения проводниковой афазии: невозможности сохранения материала в кратковременной памяти на период, необходимый для формирования моторного образа буквы или слова из акустического [15].

В модели РП, предложенной Бэддели и Хитчем, принято выделять три основных компонента: центральный процессор или центральный исполнитель (*central executive*) – ведущая система, которая осуществляет координацию и контроль над работой двух других подсистем – буферов: фонологической петли (*articulation loop*), осуществляющей переработку вербальной информации и зрительно-пространственной матрицы (*visual sketch-pad*), отвечающей за переработку зрительной информации [1]. Информация поступает в буферы РП из первичных сенсорных хра-

нилищ. Фонологическая, или артикуляторная, петля в свою очередь подразделяется на собственно хранилище для речевого материала (по времени не более 1.5–2 с) и процессы артикуляции или субвокального повторения (повторения “про себя”), препятствующего угасанию следа в памяти. Зрительно-пространственная матрица также представляет собой многокомпонентную структуру, в которой выделяются пространственная и зрительная подсистемы. Первая связана с информацией о форме стимулов, а вторая – с данными об их локализации в пространстве. Существенным в модели является подчеркивание ограниченного объема хранения информации в РП: материал, не используемый в данный момент для решения задачи, либо переходит в долговременные хранилища, либо теряется. В последние годы модель, предложенная Бэддели, получила дальнейшее развитие: автор предложил ввести в систему РП эпизодический буфер, основной функцией которого является поддержание реальности происходящего [18, 19]. Эпизодический буфер располагается между сенсорным регистром и центральным процессором и обеспечивает постоянный уровень ориентированности субъекта в окружающей действительности при выполнении той или иной деятельности. Однако, по мнению самого автора и других исследователей, данные теоретические нововведения нуждаются в экспериментальной и клинической проверке.

Изучение процессов РП связано с предъявлением вербального или зрительно-пространственного материала. Выделение пространственной и зрительной РП как объектов проводится в рамках противопоставления знания о том, что содержится в памяти, знанию о локализации – памяти о том, где находится объект. Выделение пространственного компонента отдельно от зрительного подтверждается клиническими данными о нарушении пространственной памяти при сохранности объема зрительной памяти как такового [33, 39, 44]. Самостоятельность конструкта РП заключается прежде всего в том, что ее невозможно описать в рамках существующих на сегодняшний день дихотомий памяти: эксплицитная–имплицитная; декларативная–процедурная; кратковременная–долговременная; семантическая–эпизодическая. В буферы РП одновременно поступает как стимуляция из непосредственной окружающей среды, так и следы, хранящиеся в долговременной памяти (семантической, эпизодической или автобиографической) и необходимые для решения текущей задачи. По способу представленного в РП материала она близка к эксплицитной и декларативной памяти, так как большей частью носит произвольный и осознанный характер [1, 3]. Вместе с тем знания, которые могут актуализироваться для решения той или иной задачи, а следовательно, использоваться в РП, могут носить имплицит-

ный, неосознанный характер. По времени хранения материала – от нескольких секунд до нескольких минут – РП приближается к кратковременной памяти. Объем РП также не превосходит “магического” числа 7 ± 2 элемента. Отличительной чертой РП является сочетание в ней как процессов хранения информации, так и ее активной переработки и переструктурирования, манипулирования с материалом. Таким образом, РП сочетает в себе одновременно функции памяти и регуляторных процессов. Попытки описания системы, в которой соединялись бы удержание информации и ее активная переработка для решения конкретной задачи, представляются экологически валидными: в повседневной жизни мы постоянно сталкиваемся с задачами, в которых требуется не только удерживать знания, но и видоизменять их по ходу решения задачи, например, запоминание телефонного номера, по которому необходимо перезвонить через некоторое время, мысленное составление маршрута движения к пункту назначения, приготовление пищи (следует помнить, что с чем смешивать, была ли уже добавлена соль и т.д.).

В связи с тем, что РП находится на границе процессов собственно памяти и процессов внимания, регуляции и контроля, многие авторы ставят под сомнение обоснованность выделения этой системы как связанной исключительно с памятью. Наиболее известными являются работы Нормана и Шеллиса, которые предлагают включить РП в более общую модель внимания [1]. Центральный процессор рассматривается в ней как “контролирующая система внимания” (*Supervisory Attention System – SAS*), регулирующая автоматические процессы нижележащих уровней, обозначаемых как схемы. Контролирующая система внимания включается только в тот момент, когда требуется изменение способов оперирования с материалом и автоматизированные, упроченные пути оказываются нерелевантными задаче, возникшей перед субъектом. Внутри контролирующей системы внимания выделяются пять базовых процессов, или механизмов, которые последовательно видоизменяют существующие схемы и способы действий: активация схемы – определенной программы действий, оттормаживание нерелевантной схемы – задержка других конкурирующих действий, контроль за последовательностью действий с опорой на причинно-следственные отношения и логические процессы. Выявленные модули носят теоретический характер и в настоящий момент не получено однородных данных, указывавших бы на конкретные нейроанатомические функциональные системы, лежащие в их основе. Несмотря на то, что в своей модели Норман и Шеллис предлагают иначе рассматривать природу изучаемых явлений, заменив систему РП Бэддели и Хитча моделью внимания, в которой централь-

ное место занимают системы контролирующего внимания, представление о наличии высшей контролирующей системы остается прежним. На это указывает критик модели РП Д. Олпорт, показавший в своих экспериментах независимость существования процессов смены задачи, требующей предельной внимательности, и процессов удержания материала в памяти [3]. В условиях переключения с задачи на задачу ведущими оказываются процессы самоинструкции или проговаривания про себя, возвращающие нас к проблеме инициации действия и внутренней речи, которые не учитываются в модели Бэддели и Хитча. Компромиссным решением между взглядами Нормана и Шеллиса, с одной стороны, и Д. Олпорта – с другой, можно рассматривать модель Купера, Хамфриса и Форда [27], основанную на наблюдениях за нарушениями привычных многокомпонентных действий у пациентов после мозгового поражения. Ученые выделили иерархически разные уровни, на которых осуществляется протекание того или иного действия. К базовому уровню репрезентаций относятся представления и способы категоризации привычных объектов, а также навыки действий с ними. Над базовым уровнем надстраиваются уровни регуляции и контроля, адаптирующие базовые репрезентации к конкретным условиям, в которых будет протекать действие. Несмотря на то, что используемые авторами описания и задачи (естественные, экологически валидные ситуации) отличаются от типичных задач на РП (запоминание и оперирование с числовым или буквенным материалом), тем не менее, в обоих типах ситуаций требуется удержание информации в РП и одновременно ее видоизменение. Предположение о том, что цель и характеристики ответов при выполнении сложных многокомпонентных задач входят в состав временного оперативного хранилища, отличает точку зрения Хамфриса, Форда, Кимберга и Фараха от традиционных взглядов на РП, в которых подчеркиваются свойства буферов хранения, в то время как роль исполнительных и регулирующих процессов остается малодифференцированной [31]. Кимберг и Фарах предполагают существование в РП разных типов информации, что позволяет исследовать отношения между ними, а также рассматривать возможные разрывы связей между этими репрезентациями внутри РП при мозговом поражении. При таком подходе становится возможным объяснить клинические факты, в которых при сохранении следов в памяти нарушались способы манипулирования с этими элементами, необходимые для решения задачи. С других позиций критике подвергается представление о времени хранения информации в РП и ограниченности ее объема. Так, К. Эрикссон и У. Кинч предпочитают говорить о долговременной РП, утверждая, что в каждый момент времени существует непосред-

ственная связь между процессами перцепции и долговременными хранилищами памяти, а представление о кратковременной памяти является избыточным [3]. Все процессы структурирования и группировки материала оказываются возможными только благодаря активизации мысленных репрезентаций объектов в долговременной памяти, что и обеспечивает увеличение объема оперативных единиц.

Следует отметить, что ряд авторов отказались от применения понятия РП в силу возникающих методологических трудностей и его тесной связи с концепцией Бэддели и Хитча [36, 37]. Москович предпочитает говорить о процессах “работы с памятью” (*working-with memory*), которые обеспечиваются лобными долями. А. Бэддели обсуждает возможность замены термина “рабочая память” на термин “рабочее внимание”, что снимает проблему взаимодействия памяти и внимания [18, 19].

Разногласия в теоретических и экспериментальных работах при обсуждении компонентов РП связаны в основном с тем, какие феномены можно считать результатом работы центрального процессора, а какие – двух подсистем-буферов.

Разнообразие и противоречивость получаемых в экспериментах результатов во многом объясняется разнородностью используемых методик. Встречающиеся в литературе методики наиболее различаются по сложности и требованиям, которые предъявляются к испытуемому: от простых задач на отсроченное узнавание объектов [26] до сложных двухкомпонентных задач (*double tasks*) [19]. В последних испытуемому предлагают одновременно выполнять две (или более) задачи: например, читать простые предложения и отвечать на вопросы об их содержании и одновременно запоминать последнее слово в каждом предложении; сравнивать между собой по-разному ориентированные пространственные фигуры и одновременно отсчитывать про себя тройки чисел. Выводы об исследуемом процессе, сделанные на основе результатов выполнения одной задачи, неизбежно приводят к противоречиям и разногласиям среди ученых. В этом контексте особенно важны принципы синдромного анализа, разработанные А.Р. Лурией, в котором результаты отдельных проб синтезируются в целостное представление о факторе, лежащем в их основе. Лурия подчеркивал, что каждая проба в нейропсихологическом исследовании направлена на оценку специфических процессов, свойственных только ей, но соотносящихся с определенным фактором [12].

Все проведенные исследования можно разделить с учетом того, направлены ли они на изучение вербального, невербального компонента РП, или же центрального процессора. В некоторых работах получены достоверные различия в активации левого и правого полушарий в зависимости

от вербальной или зрительно-пространственной задачи (см. [41]), в других – они не были выявлены [34].

В своей обзорной статье, посвященной обобщению данных о мозговых основах РП, полученных с помощью методов нейровизуализации, Джонидс и Смит выделяют для вербального и невербального компонентов РП процессы удержания материала и манипулирования с ним [43]. Для вербальной памяти при использовании задач на отсроченное воспроизведение получена преимущественная активация задних теменных областей (поля ВА 40, по К. Бродману), зоны Брока (ВА 44), левой премоторной области и дополнительной двигательной коры (поля ВА 6). Зона Брока и дополнительная моторная кора участвуют в процессах повторения и проговаривания, что подтверждает их вклад в обеспечение функций артикуляторной петли. Задним теменным областям отводится роль хранилища для вербального материала во время отсроченного периода. Другие исследования подтверждают гипотезу о разной мозговой представленности процессов повторения и удержания материала внутри вербальной РП (см. [17]). Исследования вербальной РП у пациентов с эфферентной моторной афазией (поражение зоны Брока) выявили существенное снижение показателей в задачах, предполагающих проговаривание про себя и повторение. Вместе с тем увеличение паузы между предъявлением вербального материала и последующим узнаванием статистически значимо не влияло на ухудшение результатов.

Для пациентов с поражениями заднетеменной области наибольшие трудности заключались в задачах на обратное воспроизведение вербального материала (например, узнавание букв, предъявляемых в обратном порядке, по сравнению с исходным) даже при минимальном периоде отсрочки. Для пространственной РП получена преимущественная активация в правом полушарии: задействованными оказались задние теменные отделы (ВА 40), передняя зрительная кора (ВА 19), премоторные поля (ВА 6) и нижние префронтальные области (ВА 47). Для процессов пространственной РП эквивалентом повторения рассматривается процесс вычисления пространственных координат предъявленного объекта: при этом получена активация премоторной коры и верхней задней теменной области [17, 21]. В других исследованиях получена преимущественная активация дорсолатеральных префронтальных отделов и верхней лобной борозды [33, 38]. Результаты экспериментов Тонконового И.М. и др. показали, что нарушения артикуляторной петли наиболее выражено проявляются при локализации очага поражения в височных областях, а зрительно-пространственная матрица страдает при затылочных травмах [15].

Главные споры исследователей вызывает роль, которую выполняют различные области префронтальной коры в обеспечении вербального и зрительно-пространственного компонентов РП, а также ее регуляторной подсистемы. Нарушения в работе центрального процессора связывают с развитием синдрома нарушения регуляции когнитивных процессов (*dysexecutive syndrome*), изучению которого посвящено огромное количество работ с использованием Висконсинского теста, теста Струпа, “двойных” задач и др. [3, 5, 44]. Вопрос о мозговом субстрате центрального процессора остается открытым. Так, Паркин показал, что различные зоны лобной коры могут быть связаны с разными типами задач и не существует отдельной области внутри лобных долей, которая бы представляла анатомический субстрат для центрального процессора (см. [15]). В настоящее время некоторые авторы предлагают рассматривать РП как совокупность процессов, включенных во множество префронтальных функций, в том числе и в регуляторные процессы [1, 45]. Префронтальная кора больше не рассматривается учеными как однородное образование и все чаще используется ее разделение на три анатомически выделенные части: дорсолатеральную (*DLFC*), вентролатеральную (*VLPC*) и полюс лобной доли (*AFC*) [28]. Существуют две основные модели, объясняющие распределение функций РП в префронтальных отделах [22]. Согласно первой модели, организация РП является модально-специфической: дорсолатеральные префронтальные отделы ответственны за пространственную информацию, а вентролатеральные – связаны с непространственными характеристиками зрительного стимула [26]. Эта модель опирается на исследования зрительного восприятия, по которым дорсальные пучки волокон, идущие от зрительной коры к префронтальным отделам, передают информацию о том, *где* располагается объект, а вентральные – *что* это за объект. Исследования проводились в основном на приматах с использованием разных типов задач на отсроченное узнавание.

Альтернативная модель связана с предположением о том, что организация РП зависит не от материала, а от способа его обработки: дорсальные отделы связаны с активной манипуляцией и мониторингом материала, а вентральные – с удержанием объема. [40]. Поражения дорсолатеральных отделов приводит к невозможности выполнения задачи на самостоятельное активное генерирование неповторяющихся ответов (*self-ordered task*) у приматов и у человека. В недавних работах получены свидетельства в пользу второй модели [20, 22].

Роль теменной коры, часто активирующейся в сочетании с префронтальными зонами, остается неясной [20, 22]. По мнению И.М. Тонконового и А. Пуанте [15], переработка упроченной про-

странственной информации больше связана с теменной корой и не требует включения лобных областей. В целом, большинство работ ограничиваются перечислением активируемых во время функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) областей мозга и сравнением с полученными ранее результатами. Префронтальные отделы оказываются вовлеченными в обеспечение почти всех видов памяти. Большинство авторов сходятся во мнении, что лобные отделы скорее задействованы не в сохранении материала, но в его регистрации, запечатлении и кодировании, а также в удержании контекстной информации, в оптимизации поиска нужного материала в хранилищах [5, 30]. Вместе с тем остается неясным вклад передних отделов правого и левого полушарий в процессы переработки материала в РП и его временного хранения.

В отечественной нейропсихологии нам не встречались систематические исследования РП с использованием задач не только на удержание материала в памяти для его последующего сравнения (эксперименты И.М. Тонконового и его соавторов, 1973; Меерсона, 1986), но и требующих от испытуемого переструктурирования материала в памяти для его последующего применения. Зарубежные исследования, как правило, ограничиваются количественным и статистическим подходом к результатам без анализа качественной специфики наблюдаемых нарушений РП в сопоставлении с целостным синдромом расстройств других когнитивных функций [22, 38, 39]. Центральным остается вопрос о соотношении и локализации подсистем, входящих в РП. Связь управляющего компонента с передними отделами, преимущественно префронтальной корой, а звеньев хранения и удержания материала – с задними отделами мозга теоретически и экспериментально обоснована, однако неясны механизмы и принципы организации этих подсистем, их взаимодействия, а также разные варианты нарушений внутри системы РП.

Выбор в нашем исследовании группы пациентов с черепно-мозговой травмой (ЧМТ) как клинической модели объясняется, с одной стороны, большим количеством работ, в которых описываются нарушения РП при ЧМТ [23, 24, 46], а с другой – возникшей в отечественной нейропсихологии необходимостью изучения многофакторных, полиморфных синдромов, не соответствующих классическим схемам пациентов с локальными поражениями мозга. В случае ЧМТ в большинстве случаев наблюдаются множественные повреждения головного мозга, сочетание диффузных и локальных поражений [7, 17]. Предполагаемая распространенность систем РП в мозге делает ее чувствительной к диффузным повреждениям, наблюдаемым при ЧМТ. Вместе с тем сочетание поражений при ЧМТ (поражение лобных

отделов с теменно-височными очагами) позволяет исследовать специфику расстройств системы РП при воздействии на те или иные ее компоненты.

Цель нашего исследования – качественный анализ нарушений РП при различных мозговых поражениях травматической природы, выделение специфики этих нарушений для поражений различной локализации и уточнение существующего понятийного аппарата.

Была выдвинута *гипотеза* о разных способах переработки в РП вербального и невербального материала правым и левым полушариями мозга. Нарушения симультанной (правополушарной) и сукцессивной (левополушарной) стратегий оперирования с материалом предположительно приведут к разным сочетаниям типов ошибок в заданиях на РП.

Особенностью задач на РП является сочетание процессов удержания материала (объем перерабатываемой информации), работы с ним (переструктурирование информации), а также фокусирование внимания на тех фрагментах информации, которые актуализируются в данный момент времени. В каждый из этих процессов предполагается участие различных отделов мозга: удержание материала связано с работой задних отделов, в то время как регуляция (фокусирование внимания) и переструктурирование осуществляются при контроле передних отделов. Стратегии работы с материалом, возможно, оказывают влияние не только на мнестический компонент РП, но и на процессы восприятия, мышления, внимания, участвующие в выполнении задачи. Таким образом, можно предположить преобладающую роль левополушарных (сукцессивные стратегии) или правополушарных (симультанные стратегии) компонентов в сложной функциональной системе РП на определенных этапах переработки и хранения как вербальной, так и зрительно-пространственной информации.

В *задачи исследования* входили:

- анализ специфики нарушений вербальной и зрительно-пространственной РП при ЧМТ и их связи с разными полушариями и разными стратегиями переработки материала;
- разработка способов качественного анализа нарушений РП;
- постановка проблемы о возможности локализации РП и ее компонентов в той или иной области мозга.

МЕТОДИКА

Участники исследования. В экспериментальную группу вошли 24 чел. с ЧМТ средней и тяжелой степени тяжести: 16 мужчин и 8 женщин, проходивших лечение в НИИ нейрохирургии им.

Н.Н. Бурденко в период с 2005 по 2006 гг. Средний возраст – 31 год 7 мес., $\delta = 13.65$. У всех больных диагностировалось очаговое поражение мозга, по клинической форме – очаговый ушиб мозга средней или тяжелой степени тяжести (9–12 баллов и 3–8 баллов по шкале комы Глазго (ШКГ) на момент поступления) [11]. У 10 чел. очаг находился преимущественно в левом полушарии, у 9 чел. – в правом полушарии, у 5 чел. наблюдались двусторонние лобные поражения. Больные со значительными осложнениями после перенесенной ЧМТ (выраженная внутричерепная гипертензия или гидроцефалия, абсцесс мозга) были исключены из экспериментальной группы. Также были исключены больные с выраженным левшеством. Контрольную группу составили 22 чел. (13 мужчин и 9 женщин), средний возраст – 34 года 8 мес., $\delta = 12.3$. В данную группу вошли испытуемые без неврологических дефектов, у которых в анамнезе не было ЧМТ.

Процедура обследования. Основные методики: субтесты на оценку вербальной и невербальной РП батареи тестов Векслера (*Wechsler Adult Intelligence Scale – Third Edition – WAIS-III*, 1997), которые широко применялись для исследования больных с ЧМТ, однако не давали однозначных результатов [25, 46]. В основе вербального и невербального тестов лежал принцип использования прямых и обратных рядов цифр (вербальный вариант) и кубиков (зрительно-пространственный тест). В первой серии от испытуемого требовалось воспроизвести ряд цифр или последовательность кубиков на доске в прямом порядке, во второй серии – в обратном (от последнего элемента к первому). Экспериментатор мог варьировать нагрузку, постепенно увеличивая количество цифр или кубиков в ряду (от 2 до 9 в прямых рядах, от 2 до 8 – в обратных) на один элемент после двух правильных ответов испытуемого. Выполнение вербального и невербального тестов завершалось после двух неверных воспроизведений рядов одной и той же длины. Дополнительным сенсibilизированным заданием являлся цифробуквенный субтест, в котором перед испытуемым стояла “двойная задача”: из предъявляемых в случайном порядке букв и цифр было необходимо сначала назвать цифры в восходящем порядке, а затем буквы, расположив их в алфавитном порядке. Таким образом, увеличивалась нагрузка на процессы контроля и распределения внимания.

Все пациенты прошли общее нейропсихологическое обследование по методикам А.Р. Лурии. Особое внимание уделялось выполнению проб на слухоречевую и зрительную память, а также проб, в которых большую роль играл регуляторный компонент (динамический праксис, свободные ассоциации, реакция выбора, решение задач, счетные операции). Результаты нейропсихологического обследования соотносились с данными,

полученными с применением КТ, МРТ, ЭЭГ для уточнения и сравнения преимущественной локализации поражения.

Помимо количественной оценки полученных результатов в баллах проводилась также качественная оценка выполнения теста с использованием следующих показателей: общей продуктивности, коэффициента диссоциации как отношения суммы верно воспроизведенных элементов в прямых рядах к сумме верно воспроизведенных элементов в обратных рядах для вербального и невербального тестов. Также для каждого теста подсчитывалось количество разных типов ошибок: потери элементов, нарушения порядка, замены и персеверации элементов, пропуски рядов.

Обработка данных. В связи с отсутствием нормального распределения в экспериментальной группе (критерий χ^2 для сравнения эмпирического и теоретического распределений) оказалось возможным применение только непараметрических методов: критерий Манна–Уитни для сравнения различий в признаке для двух независимых выборок, критерий Краскала–Уоллиса – для оценки различий в признаке между тремя группами, а также критерий Вилкоксона для оценки различий в признаке внутри одной группы. Для статистической обработки использовалась компьютерная программа *Statistica 6.0*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Получено снижение общей продуктивности воспроизведения вербальных и невербальных рядов в группе пациентов с ЧМТ по сравнению с контрольной группой ($p \leq 0.001$ – для вербальных рядов, $p \leq 0.05$ – для невербальных рядов).

Оценка показателей диссоциации в воспроизведении прямых и обратных рядов в группах испытуемых с ЧМТ не дает однозначных результатов: показатели диссоциации более значимы для вербальных рядов, чем для невербальных, и нарастают при вовлечении в патологический очаг поражений передних лобных отделов, что указывает на главную роль передних отделов в задаче переструктурирования материала. Резкое сужение объема воспроизведения обратных вербальных рядов как для экспериментальной группы испытуемых, так и для контрольной группы здоровых испытуемых ($p \leq 0.05$) указывает на специфический механизм, лежащий в основе феномена. Для анализа этих данных мы использовали понятие схемы и стратегии. Стратегия определяется нами как способ переработки информации – симульный или сукцессивный. Стратегия опирается на схему (как заданный способ организации материала). Понятие схемы, предложенное Ф. Бартлеттом (1932) [16] и разработанное в теории Ж. Пиаже [41], широко используется в психоло-

гии для описания организации материала в памяти, способствующей его дальнейшему воспроизведению. Схемы лежат в основе запоминания как вербального, так и невербального материала, однако их применение может быть связано с симультанными или сукцессивными стратегиями. При воспроизведении обратных вербальных рядов применение сукцессивной стратегии способствует удвоению материала в памяти (одновременное удержание прямого ряда и построение на его основе обратного), что увеличивает требования к объему внимания и приводит к действию механизма вербальной интерференции. В невербальных рядах схема их организации в большей степени требует опоры на симультанные стратегии. В этом случае удвоения объема материала в памяти не происходит, т.к. мысленное движение в разных направлениях осуществляется по одной общей схеме. Показатели диссоциации также нарастают при вовлечении в патологический очаг передних лобных отделов (сравнение групп испытуемых с преимущественным поражением теменно-височных отделов и двусторонних лобных). Согласно нашим данным, наибольшая роль в процессах управления объемом внимания принадлежит правому полушарию, т.к. наибольшие показатели диссоциации получены для групп больных с поражениями передних отделов правого полушария.

Таким образом, показатели диссоциации подтверждают ведущую роль лобных отделов коры в управляющей функции РП.

Наряду с различиями между воспроизведением прямых и обратных рядов были получены, как и предполагалось, разные сочетания типов ошибок для вербального и невербального субтестов в разных группах испытуемых. Так, потери элементов и замены в вербальном тесте увеличиваются у испытуемых с левополушарными поражениями при переходе от прямых рядов к обратным, для невербальных рядов – число ошибок больше при поражениях правого полушария, что в целом подтверждает гипотезу о значительном вкладе правополушарных структур в переработку зрительно-пространственного материала. Количество ошибок порядка резко возрастает при переходе от прямых к обратным вербальным рядам, особенно при поражениях правого полушария. Значительного увеличения числа ошибок порядка в обратных невербальных рядах по сравнению с прямыми не наблюдалось. При поражении правого полушария в вербальных рядах, предположительно, усиливается нагрузка на преобладающую сукцессивную стратегию, что проявляется в увеличении числа ошибок порядка. В невербальных обратных рядах наибольшее число ошибок порядка получено для испытуемых с поражениями передних отделов левого полушария. Возможно, это связано с тем, что данной группе наиболее трудно следовать какой-либо последовательности, (напри-

мер, для левополушарных лобных больных наиболее сложно называние месяцев в обратном порядке). Не исключено, что именно нарушение произвольной регуляции – переключения внимания – приводит к конфликту двух программ и неправильноному их выполнению. Испытуемый случайным образом актуализирует элементы из прямого и обратного рядов, что проявляется в нарушениях порядка при сохранности общей схемы движения. Это подтверждается меньшим количеством ошибок по типу замен элементов у больных с передними поражениями лобных отделов обоих полушарий. Разрушение схемы и траектории движения наблюдается при локализации очага в передних и задних отделах преимущественно правого полушария для вербальных и невербальных рядов. Выявленные тенденции являются предварительными и нуждаются в дальнейшей проверке.

Наибольшее число ошибок по типу пропусков рядов, невхождения в задание, персевераций элементов, а также ошибок порядка отмечается у испытуемых с двусторонними лобными поражениями, что подтверждает гипотезу о ведущей роли передних отделов мозга в обеспечении исполнительного компонента в системе РП, а также согласуется с данными литературы [22, 34, 39]. В настоящее время не получено статистически значимых показателей о большей заинтересованности задних отделов мозга в обеспечении процессов сохранения материала, что, возможно, связано с небольшим количеством испытуемых с очагом поражения только в задних отделах (4 пациента). При сопоставлении полученных результатов по тестам Векслера с выполнением больными проб общего нейропсихологического обследования выделенные типы ошибок, как правило, проявляются при запоминании двух групп по три слова, а также ряда фигур, предложений, текстов. Вместе с тем для ряда пациентов тест Векслера оказывается более сенсibilизированным для выявления нарушений порядка, тенденций к заменам и контаминациям. Наиболее согласованные результаты были получены при выполнении пациентами проб на динамический праксис, реакцию выбора, серийный счет, решение математических задач, а также с данными по цифро-буквенному субтесту. Трудности усвоения или существенное упрощение инструкции в цифро-буквенном тесте сочетались с упрощением программы в динамическом праксисе, импульсивностью ответов в пробе на реакцию выбора, с недоступностью решения задач и серийного счета.

Таким образом, полученные при выполнении тестов испытуемыми с ЧМТ результаты и тенденции свидетельствуют в пользу распределенности РП между передними и задними отделами, а также между правым и левым полушариями.

Каждое из полушарий участвует в выполнении как вербальных, так и невербальных задач.

Пытаясь описать нарушения в выполнении задач как РП, мы неизбежно используем разные подсистемы памяти (непосредственная память, долговременная память, кратковременное хранилище), выходим за пределы понятия памяти и обращаемся к понятиям внимания (направленность процессов внимания, распределение процессов внимания при сопоставлении прямых и обратных рядов), к процессам мышления (категоризация букв в цифро-буквенном тесте). Становится ясным, что понятие РП теряет терминологическую четкость. Однако предлагаемый А. Бэддели термин “рабочее внимание” также оказывается спорным, т.к. процессы внимания являются не единственными включенными в решение сложных задач процессами.

Выполнение задач, направленных на оценку РП, скорее является интегративным показателем работы мозга в целом, корковых и подкорковых образований, а содержание РП близко по сути к тому, что В. Вундт обозначал с помощью введенного им понятия “апперцепция”. Апперцепция понималась им как высший уровень сознания, область ясного и отчетливого видения. Апперцепция содержания есть результат усилия, творческого синтеза, а не действия механических законов ассоциаций. В процессе переструктурирования материала одновременно принимают участие множество процессов: внимание, мышление, речь. Содержание, находящееся в зоне апперцепции, включено в переработку со стороны сразу нескольких систем. Апперцепция опирается, таким образом, на работу ряда систем, возможно устроенных иерархическим образом. Можно говорить о формировании некоторого рабочего пространства для решения той или иной задачи или о сложной метафункциональной системе, компонентами которой выступают разные функциональные системы (соответствующие разным психическим функциям), с одной стороны, направленные на получение собственных результатов, а с другой – включенные в качестве составных частей в осуществляемую деятельность. В тестах на РП перед испытуемым ставится задача запоминания материала, мнестическая деятельность выступает на первый план. Однако собственно мнестические процессы являются лишь одним из компонентов образуемой системы, создавая основу для возможных преобразований информации. Выпадение одного компонента отражается на работе всей системы и приводит к различным нарушениям в выполнении задачи.

С позиций синдромного анализа и факторного подхода А.Р. Лурии [12] продуктивным в объяснении собственно мнестической составляющей проблемы РП представляется использование по-

нятий симультанной и сукцессивной стратегий, межполушарного взаимодействия в выборе необходимых стратегии переработки материала. Предполагается дальнейшее исследование компонентов сохранения и переструктурирования материала и их взаимосвязи в РП на примере разных типов задач, требующих большей или меньшей нагрузки на тот или иной компонент.

ВЫВОДЫ

1. Показатели диссоциации между прямыми и обратными рядами в вербальном и зрительно-пространственном тестах подтверждают предположение о ведущей роли префронтальных отделов коры в процессах переструктурирования материала в памяти.

2. Качественный анализ нарушений РП при ЧМТ позволил выявить разные типы ошибок, характерные для пациентов с поражениями левого и правого полушария, что указывает в пользу распределенности компонентов РП.

3. Левое и правое полушария по-разному участвуют в выполнении вербальных и зрительно-пространственных задач с предположительной опорой на симультанную и сукцессивную стратегию работы с материалом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андерсон Дж.Р.* Когнитивная психология. СПб.: Питер, 2002.
2. *Бэддели А.* Ваша память. Руководство по тренировке и развитию. М., 2001.
3. *Величковский Б.М.* Когнитивная наука. Основы психология познания. М.: Академия; Смысл, 2006.
4. *Гогитидзе Н.В.* Нейропсихологические исследования при черепно-мозговой травме. Черепно-мозговая травма. Клиническое руководство. Ч. 1. / Под ред. А.Н. Коновалова, Л.Б. Лихтермана, А.А. Потапова. М.: Антидор, 1998.
5. *Гольдберг Э.* Управляющий мозг. Лобные доли, лидерство и цивилизация. М.: Смысл, 2003.
6. *Зинченко П.И., Репина Г.В.* К постановке проблемы оперативной памяти // Вопросы психологии. 1964. № 6. С. 3–12.
7. *Касумова С.Ю.* Патологическая анатомия черепно-мозговой травмы. Черепно-мозговая травма. Клиническое руководство. Ч. 2 / Под ред. А.Н. Коновалова, Л.Б. Лихтермана, А.А. Потапова. М.: Антидор, 1998.
8. *Киященко Н.К., Московичюте Л.И., Симерницкая Э.Г. и др.* Мозг и память. М., 1975.
9. *Корсакова Н.К., Микадзе Ю.В.* Нейропсихологические исследования памяти: итоги и перспективы // А.Р. Лурия и современная психология. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 101–110.
10. *Корсакова Н.К., Московичюте Л.И.* Клиническая нейропсихология. М.: Academia, 2003.

11. Лихтерман Л.Б., Потапов А.А. Классификация черепно-мозговой травмы. Черепно-мозговая травма. Клиническое руководство. Ч. 1 / Под ред. А.Н. Коновалова, Л.Б. Лихтермана, А.А. Потапова. М.: Антитор, 1998.
12. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. М.: Академический проект, 2000.
13. Лурия А.Р. Парадоксы памяти. // Вестник МГУ. Серия "Психология". 1978. № 1. С. 3–9.
14. Психология восприятия / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Я. Романова. М.: ЧеРо, 1998.
15. Тонконогий И.М., Пуанте А. Клиническая нейропсихология. СПб.: Питер, 2007.
16. Фресс П., Пиаже Ж. Экспериментальная психология. М.: Прогресс, 1973.
17. Adams J.H. Head injury // Greenfield's neuropathology / Eds. J.H. Adams, J. Corsellis, C.W. Duchen. L.: Edward Arnold, 1984. P. 85–124.
18. Awh E., Jonides J. // The Attentive Brain / Ed. R. Parasuraman. MIT Press, Cambridge, 1996 P. 353–380.
19. Baddeley A. Is working memory still working? // American Psychologist. 2001. V. 56. P. 851–864.
20. Baddeley A., Chincotta E. Working Memory and the control of action: evidence from task switching // Journ. of Experimental Psychology: General. 2001. V. 130. P. 641–657.
21. Bradley R., Berger J.S., D'Esposito M. Functional neuroanatomical double dissociation of mnemonic and executive control processes contributing to working memory performance // Psychology-BS. 1999. V. 96. Issue 22. P. 12959–12964.
22. Curtis E., Zald D., Pardo J. Organization of WM within human prefrontal cortex // Neuropsychologia. 2000. V. 38. P. 1503–1510.
23. Curtiss G., Vanderploeg R.D., Spencer J. et al. Patterns of verbal learning and memory in traumatic brain injury // Journ. of International Neuropsychological Society. 2001. V. 7. P. 574–585.
24. Christodoulou C., DeLuca J. et al. Functional magnetic resonance imaging of working memory impairment after traumatic brain injury // Journ. Neurol Neurosurg Psychiatry. 2001. V. 71. P. 161–168.
25. Donders J., Tulsky D. Criterion validity of new WAIS-III subtest scores after traumatic brain injury // Journ. of the International Neuropsychological Society. 2001. V. 7. P. 892–898.
26. Goldman-Rakic P. Architecture of the prefrontal Cortex and the central executive // Annals of the N.Y. Academy of sciences. 1995. V. 769. P. 71–83.
27. Humphreys G.W., Forde E. Disorder action schema and action disorganization syndrome // Cognitive Neuropsychology. 1998. V. 15. P. 771–811.
28. Fletcher P.C., Henson R.N. Frontal lobes and human memory. Insights from functional imaging // Brain. 2001. V. 124. № 5. P. 849–881.
29. Fuster J.M. Memory in the cerebral Cortex. An empirical Approach to Neural Networks in the Human and Nonhuman Primate. Cambridge, M.A.: MIT Press, 1995.
30. Kimberg D., Farah M.J. A unified account of cognitive impairment following frontal lobe damage: The role of working memory in complex organized behavior // Journ of Experimental Psychology. General. 1993. V. 122. P. 411–428.
31. Kopelman M.D. Disorders of memory // Brain. 2002. V. 125. P. 2152–2190.
32. Levin H.S., Williams D.H., Eisenberg H.M. et al. Serial MRI and neurobehavioral findings after mild to moderate closed head injury // Journ. Neurol. Neurosurg. Psychiatry 1992. V. 55. P. 255–262.
33. McCarthy G., Blamire A.M., Puce A. et al. Functional Magnetic Resonance Imaging of Human Prefrontal Cortex Activation During a Spatial Working Memory Task // Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS). 1994. V. 91. P. 8690–8694.
34. McCarthy G., Puce A., Constable R. et al. Activation of human prefrontal cortex during spatial and nonspatial working memory tasks measured by functional MRI // Cerebral Cortex. 1996. V. 6. P. 600–611.
35. Miller G.A., Galanter E., Pribram K.H. Plans and the Structure of Behavior. N.Y.: Holt, Rinehart and Winston, 1960.
36. Moscovitch M. Cognitive resources and dual-task interference effects at retrieval in normal people: the role of the frontal lobes and medial temporal cortex // Neuropsychology. 1994. V. 8. P. 524–534.
37. Neuropsychology of memory/Eds. L.R. Squire, N. Butters. N.Y.: The Guilford Press, 1992.
38. Owen A.M., Morris R.G., Sahakian D.B. et al. Double dissociations of memory and executive functions in working memory tasks following frontal lobe excisions, temporal lobe excisions or amygdalo-hippocampectomy in man // Brain. 1996. V. 119. P. 1597–1615.
39. Owen A.M., Evans A.C., Petrides M. Evidence for a Two-Stage Model of Spatial Working Memory Processing within the Lateral Frontal Cortex: A Positron Emission Tomography Study // Cereb. Cortex. 1996. V. 6. P. 31–38.
40. Petrides M. Specialized systems for the processing of the mnemonic information within the primate frontal cortex // Philosophical Transactions of the Royal Society of London – Series B: Biological sciences. 1996. V. 351. P. 1455–1461.
41. Piaget J. Theorie de langage. Theorie de l'apprentissage. Le debat entre J. Piaget et N. Chomsky. Organise et recueilli par Massimo Piatelli-Palmarini/Eds. Du Seuil. Paris, 1979.
42. Shimamura A.P., Baldo J.V. Frontal Lobes and Memory // Handbook of Memory Disorders / Eds. A. Baddeley, B. Wilson, M. Kopelman. L., 2002.
43. Smith E., Jonides J. Neuroimaging analyses of human working memory // PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America). 1998. V. 95. Issue 20. P. 12061–12068.
44. Stuss D.T., Schallice T. et al. A Multidisciplinary Approach to Anterior Attentional Functions // Annals New York Academy of Sciences. Dec. 15, 1995. V. 769. P. 191–211.
45. Vakil E. The Effect of Moderate to severe Traumatic Brain Injury (TBI) on Different Aspects of Memory: A Selective Review // Journ. of Clinical and Experimental Neuropsychology. 2005. V. 27. P. 977–1021.
46. Wilde N., Strauss E., Tulsky D.S. Memory Span on the Wechsler Scales // Journ. of Clinical and Experimental Neuropsychology. 2004. V. 26. P. 539–549.

THEORETICAL MODELS AND NEUROPSYCHOLOGICAL ANALYSIS OF WORKING MEMORY CLINICAL PHENOMENA

Yu. V. Mikadze*, V. B. Skvortsova**

**Sc.D. (psychology), professor, neuro- and pathopsychology chair, MSU after M.V. Lomonosov, Moscow*

***post-graduate student of neuro- and pathopsychology chair, MSU after M.V. Lomonosov, Moscow*

Working memory notion in modern cognitive and neuropsychological studies is analyzed. The attempt to describe memory impairments by the example of working memory subtests of Wechsler's (WAIS-III, 1977) memory scale in patients with craniocerebral trauma is made. Qualitative analysis allowed revealing different types of mistakes in patients with localization of affections mainly in frontal and back parts of cerebrum. The falling out of one of the components of the process is the reason for different combinations of mistakes' types and detailed phenomena. The conclusion about illegal widening of working memory term is done. The notion of functional working system is proposed as an alternative.

Key words: neuropsychology, working memory, scheme, successive and simultaneous strategies, reconfiguration, attention, craniocerebral trauma.