

МЕТОДИКИ

**ПРОБА НА РЕЦИПРОКНУЮ КООРДИНАЦИЮ РУК:
АПРОБАЦИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ
МОДИФИКАЦИИ МЕТОДИКИ**

Н.А. ХОХЛОВ, М.С. КОВЯЗИНА, А.Н. ЧЕРКАСОВА, Н.Р. САЛИХЬЯНОВА

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Статья посвящена количественной модификации пробы на реципрокную координацию рук. Данная проба впервые была описана в начале XX в. психиатром Н.И. Озерецким, в работах которого эта проба называется тестом. В статье приводится авторское описание назначения, процедуры проведения и оценки результатов выполнения этой пробы. Позднее А.Р. Лурия включил ее в арсенал нейропсихологического обследования. При проведении пробы в отечественной нейропсихологической диагностике дается в основном качественная оценка фиксируемых ошибок.

Описывается диагностический потенциал пробы на «реципрокную координацию», а именно такие ее характеристики, как серийность, бимануальность, конфликтность, широта «функциональной топики». Анализируются различные способы количественной оценки результатов ее выполнения, которые, однако, не соответствуют психометрическим требованиям, предъявляемым к количественным методикам. Во всех рассматриваемых способах количественной оценки конкретный балл или штраф присуждается за определенную ошибку и отражает степень выраженности («грубость») ошибочного выполнения. Чем больше балл, тем хуже выполнение. Впервые предлагается новая апробированная количественная модификация данной пробы с подробным описанием процедуры проведения и количественной оценки, которая связана с числом безошибочных выполнений. Чем больше число, тем лучше выполнение. Качественная специфика ошибочных выполнений и их количество не оцениваются. Апробация проводилась на 20 участниках в возрасте от 17 до 20 лет. Анализируется зависимость среднего числа безошибочных выполнений от темпа выполнения. Впервые сделана попытка количественной оценки результатов выполнения пробы с учетом сенсibilизированных условий (темп). Определен оптимальный темп выполнения пробы. По результатам приводятся полученные статистические нормы, позволяющие измерять эффективность реципрокной координации с использованием психометрической шкалы. Предлагаемый вариант методики может быть использован при решении диагностических и реабилитационных задач в клинической нейропсихологии, для количественной оценки функциональной асимметрии в нейропсихологии индивидуальных различий и в психологии труда и спорта.

Ключевые слова: реципрокная координация, количественная оценка, нейропсихологическая диагностика.

Проба на реципрокную координацию рук используется в клиническом нейропсихологическом обследовании для исследования состояния двигательной сферы. Диагностические возможности этой пробы очень велики, именно поэтому она является обязательной при проведении нейропсихологической диагностики как взрослых, так

и детей. Впервые тест на реципрокную координацию рук был предложен психиатром Н.И. Озерецким для диагностики развития уровня мелкой моторики у детей 11–12 лет, а точнее для исследования отчетливости выполнения (отсутствия синкинезий) движений. «Предлагается испытуемому максимально вытянуть вперед обе руки, обратив их ладонями вниз; после этого правая рука сжимается в кулак. ...По звуковому сигналу испытуемый должен разжать правую руку

и одновременно сжать в кулак левую руку и в дальнейшем, не дожидаясь других слов команды, в течение 10 с с наибольшей быстротой проделывать одновременное поочередное сжимание в кулак и разжимание правой и левой рук» (Гуревич, Озерецкий, 1930, с. 50).

Позднее этот тест стал использоваться как проба, которая была включена А.Р. Лурией в нейропсихологическое обследование взрослых людей. При ее проведении от обследуемого требуется положить перед собой руки ладонями вниз, одну руку сжать в кулак, а другую оставить лежать ладонью вниз. Затем человеку предлагается одновременно изменять положение рук, выпрямляя одну и сжимая другую. В ходе обследования меняется темп выполнения движений (Хомская и др., 1995).

Диагностический потенциал этой методики определяется ее основными характеристиками. Во-первых, она состоит не из единичного двигательного акта, а из серии однотипных движений, «которые вместе составляют единый двигательный навык, или “кинетическую мелодию”» (Лурия, 1962, с. 168), т.е. нейропсихолог получает информацию о состоянии нижних отделов премоторной области коры больших полушарий. Во-вторых, реципрокная координация является бимануальной пробой, что позволяет оценивать функциональную слабость каждого из полушарий по характеру выполнения каждой из рук и получать важную информацию о стороне поражения, т.е. о его латерализации. Нарушения «как правило, выступают не только в контрлатеральной, но и в меньшей степени в одноименной поражению руке, что чаще наблюдается при поражениях премоторной области ведущего полушария» (Там же). В-третьих, она соответствует принципу одновременной двойной стимуляции или одновременного двойного реагирования. Процедура проведения таких методик выглядит так: на два уха, на два глаза, в две руки подается различ-

ная информация или одновременно двумя руками нужно выполнять разные двигательные программы. Такое предъявление информации или выполнение двигательных программ создает особую ситуацию конфликта, который влияет на конечный результат. По мнению Е.Д. Хомской и др. (1995), методики, соответствующие принципу двойной стимуляции, позволяют выявлять потенциальные признаки функциональной асимметрии, но, прежде всего, они «характеризуют работу соответствующего отдела мозолистого тела, хотя, конечно, необходимо учитывать и другие комиссуры, объединяющие левое и правое полушария головного мозга» (Там же, с. 18), т.е. эти методики направлены и на процессы межполушарного взаимодействия. В-четвертых, процедура проведения методики позволяет менять темп выполнения, что сразу же сказывается на фоновых компонентах движений (тонусе мышц, наличии/отсутствии дополнительных движений частей тела, амплитуде, координации рук в пространстве); другими словами, нейропсихолог может судить о состоянии подкорковых структур головного мозга.

При проведении нейропсихологического обследования, как правило, фиксируются ошибки выполнения реципрокной координации и дается, в первую очередь, их *качественная* оценка. Так, Н.И. Озерецкий пишет, что при выполнении этой пробы необходимо следить за отсутствием излишних сопровождающих движений мышц лица, «при наличии которых тест считается невыполненным. Тест также считается невыполненным, если испытуемый одновременно разжимает или сжимает в кулак обе руки или если он при этой манипуляции сгибает одну или обе руки в локтевом суставе – “грубеет руками” (руки в локтевых суставах должны быть неподвижными). При неудаче допускается повторение теста, но не более трех раз» (Гуревич, Озерецкий, 1930, с. 18).

Исходя из этих критериев качественной оценки пробы на реципрокную координацию рук, результат ее выполнения отмечался знаком «+» или «-». При невыполнении этого теста испытуемый переходит к тестам для более младшего возраста по шкале исследования моторики у детей и подростков (Гуревич, Озерцкий, 1930). Возможность специальной количественной оценки выполнения этого теста авторами не рассматривалась.

В отечественной нейропсихологии при выполнении этой пробы к часто выделяемым ошибкам относят следующие: медленный темп выполнения и невозможность ускорения движений по инструкции; напряженные, но координированные двуручные движения; неполное сжимание и разжимание ладоней; сбой или отставания одной или обеих рук, алирированное выполнение (идентичные движения руками); поочередное выполнение; персеверации и устойчивые стереотипные движения; игнорирование одной из рук (Максименко, Ковязина, 1998; Глозман, 1999). Все предлагаемые варианты количественных оценок в основном касаются перечисленных выше симптомов и выражаются в баллах. Испытуемый штрафует за ошибки, за невозможность их самостоятельной или несамостоятельной коррекции, за использование внешнего опосредствования при выполнении и др. Так, Ж.М. Глозман предлагает следующую балльную оценку: «0 – Плавные и координированные двуручные движения. Возможность ускорения движений по инструкции. 0,5 – Замедленное вхождение в задание (увеличение латентного периода) или неполное сжимание и распрямление ладони. 1 – Замедленные и напряженные, но координированные двуручные движения. Или невозможность ускорения движений по инструкции. 1,5 – Дискоординация, сбой при ускорении с возможностью самокоррекции. Или легкая асимметрия рук. 2 – Отставание или игнорирование одной руки с частичной

коррекцией после указания на ошибку, поочередные или идентичные движения с возможностью коррекции. 3 – Невозможность координированных двуручных движений. Поочередные или идентичные движения без коррекции. Полное игнорирование одной руки без коррекции» (Глозман, 1999, с. 70–71).

Несколько вариантов количественной оценки пробы предложено для процедуры нейропсихологического обследования детей. Н.Н. Полонская (2007) предложила следующую шкалу для оценки результатов выполнения обсуждаемой методики: 0 – реципрокное и плавное выполнение движений; 1 – выполнение со сбоями, т.е. с отставанием одной из рук и с возможной самокоррекцией ошибок; 2 – поочередное выполнение (сначала движение выполняет одна рука; потом другая); 3 – обе руки выполняют одинаковые движения, т.е. алирированные движения. Приведем еще пример количественной оценки пробы в нейропсихологическом обследовании детей: «Оценка серийной организации движений осуществляется с помощью двух основных параметров. 1. *Выполнение*: 0 – переход к автоматизированному выполнению плавно сразу или после единичных сбоев в начале; 1 – переход к автоматизированным движениям после нескольких сбоев или поочередного выполнения; 2 – наличие повторяющихся сбоев, отставаний одной руки с самокоррекцией; 3 – поочередное выполнение (сначала одна рука выполняет движение, потом другая); 4 – уподобление движений обеих рук. 2. *Темп выполнения*: 0 – нормальный или быстрый; 1 – замедленный; 2 – медленное выполнение, при увеличении темпа, распад движений... 3. *Асимметричное отставание рук*: отставание правой; отставание левой. 4. *Межполушарное взаимодействие*: 0 – хорошее выполнение или такое же, как в динамическом праксисе; 1 – реципрокная координация значительно хуже, чем выполнение динамического праксиса...

5. *Кинестетические характеристики выполнения*: неловкие, плохо скоординированные движения (возможно, с участием всего корпуса), передвижение рук. 6. *Характеристики энергетического блока*: снижение тонуса – вялая рука, неполное сжатие и/или разжимание кулака; повышение тонуса – напряженная рука, большая амплитуда движений, удары или «вжимание» руки в стол» (Нейропсихологическая диагностика..., 2014, с. 36–37). Обращает на себя внимание отсутствие балльных оценок последних двух параметров.

Очевидно, что описанные варианты балльных оценок не являются подлинно количественными шкалами. По измерительной силе они находятся между номинативными и порядковыми шкалами, а качество выявления ошибок и их измерения существенно зависит от субъективности нейропсихолога.

Анализ зарубежных психометрических нейропсихологических методик показал, что в большей их части используется балльная оценка не ошибок, допущенных испытуемым при выполнении, а количества правильных выполнений (Lezak et al., 2012). Попытки использования такой оценки есть и в отечественной школе. А.Л. Сиротюк пишет следующее «Оценивается ритмичность движений и способность синхронно сменять положение обеих рук одновременно... Данное задание оценивается качественно по степени выраженности затруднений. Количественная оценка успешности выполнения этой пробы возможна с помощью подсчета правильно выполненных движений в серии из 6 или 12 повторов» (Сиротюк, 2001, с. 96).

На наш взгляд, подсчет правильно выполненных движений – самый очевидный путь количественного измерения эффективности выполнения данной методики. На основе подсчета правильно выполненных движений нами был предложен и апробирован вариант количественного измерения эффективности реципрокной

координации, позволяющий получать нормированные баллы и количественно сравнивать испытуемых между собой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методика количественного измерения реципрокной координации рук представляет собой набор из 29 звуковых записей и протокол фиксации результатов. Каждая звукозапись состоит из 20 ударов, предъявляемых с определенным темпом – от 20 до 300 ударов в минуту с шагом 10 ударов в минуту. Стимулы были записаны с помощью программы Arobas Music Guitar Pro 5.2, использовался инструмент «деревянная коробочка» (woodblock). При проведении апробации методика состояла из 4 серий (116 заданий). Первая серия – восходящий ряд от 20 до 300 ударов в минуту с шагом 10 ударов в минуту (всего 29 заданий). Вторая серия – нисходящий ряд от 300 до 20 ударов в минуту с шагом 10 ударов в минуту (всего 29 заданий). Третья серия – восходящий ряд от 20 до 300 ударов в минуту с шагом 10 ударов в минуту (всего 29 заданий). Четвертая серия – нисходящий ряд от 300 до 20 ударов в минуту с шагом 10 ударов в минуту (всего 29 заданий). Длительность каждой серии составляла около 6 минут, всей методики – 24 минуты. Испытуемым требовалось на каждый удар выполнять одно переключение рук (одна кисть разжимается, другая одновременно сжимается). Если все 20 переключений внутри одного задания выполнялись без ошибок, задание считалось выполненным, если наблюдалась хотя бы одна ошибка – невыполненным. Результаты выполнения заданий заносились в протокол.

В исследовании участвовали 20 студентов I–III курсов факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова в возрасте от 17 до 20 лет ($18,6 \pm 0,7$), из них 5 юношей и 15 девушек.

Математико-статистическая обработка полученных результатов проводилась

с помощью программ Microsoft Excel 2007 и IBM SPSS Statistics 20.0.0.1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты прохождения методики представлены в виде зависимости среднего числа безошибочных выполнений от темпа (рис. 1–5). Среднее число безошибочных выполнений составило: в первой серии – $0,64 \pm 0,31$, во второй – $0,76 \pm 0,29$, в третьей – $0,77 \pm 0,28$, в четвертой – $0,78 \pm 0,27$, по всей методике – $0,74 \pm 0,28$.

Анализ результатов показал, что существует интервал оптимального темпа от 50 до 110 ударов в минуту, при котором ни один испытуемый не совершает ни одной ошибки. Выполнение заданий в слишком медленном темпе (20–40 ударов в минуту) не является для испытуемых простым и приводит к ошибкам. Дальнейшее снижение эффективности выполнения от 120 до 300 ударов в минуту хорошо описывается линейной функцией ($R^2 = 0,968$): $y = -0,005x + 1,651$, где y – среднее число ошибок, x – скорость выполнения.

Для оценки внутренней согласованности заданий был вычислен коэффициент альфа Кронбаха. Для первой серии он составил 0,878, для второй – 0,887, для третьей – 0,890, для четвертой – 0,887, для всех 116 заданий вместе – 0,969. Что касается согласованности испытуемых, то она находилась в диапазоне 0,94–0,95 для отдельных серий, а для суммарного балла по всем сериям составила 0,97. Полученные результаты свидетельствуют о высокой внутренней согласованности методики.

Обращает на себя внимание существенно меньшее число безошибочных выполнений в первой серии по сравнению с остальными. Критерий Фридмана показал значимые различия между сериями ($\chi^2 = 39,551$; $p < 0,001$). Парное сравнение с помощью критерия Вилкоксона показало, что первая серия значимо отличается от второй ($Z = -3,926$; $p < 0,001$), третьей ($Z = -3,935$; $p < 0,001$) и четвертой ($Z = -3,928$; $p < 0,001$), а между другими парами серий (вторая и третья, вторая и четвертая, третья и четвертая) нет значимых различий. Это указывает на эффект

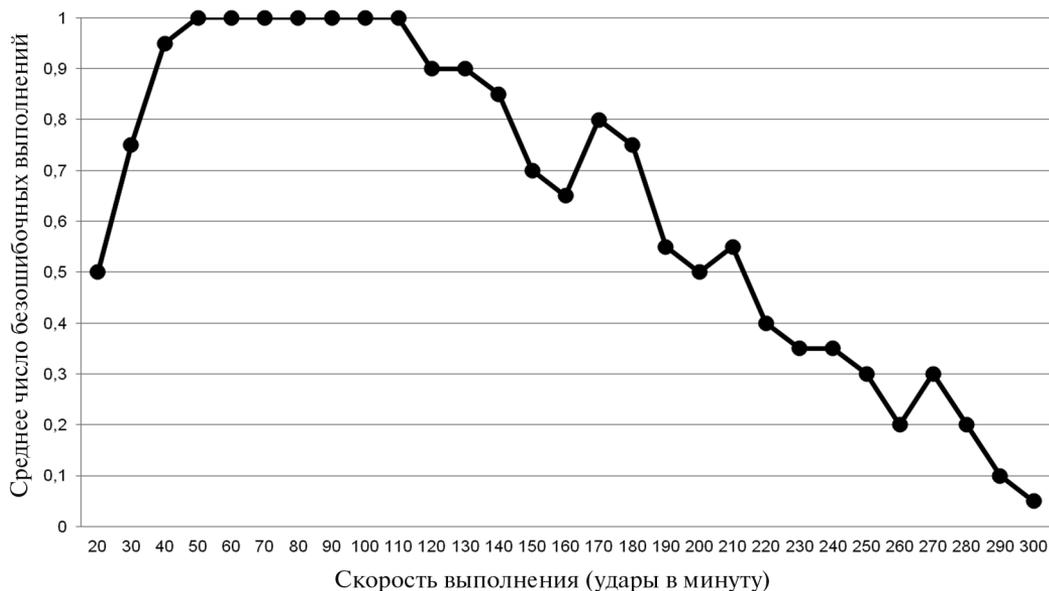


Рис. 1. Зависимость среднего числа безошибочных выполнений от темпа в первой серии

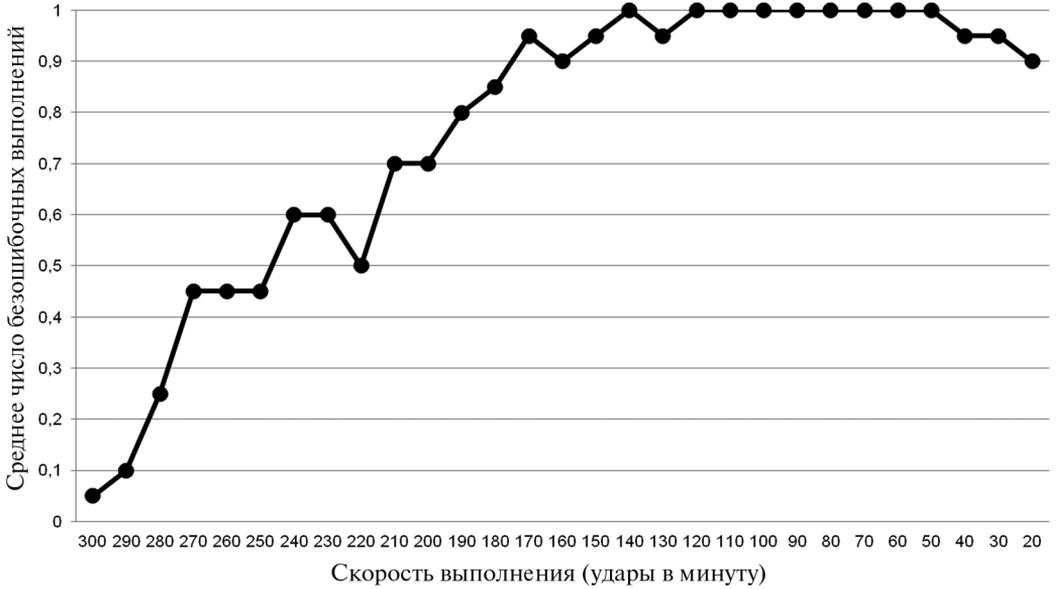


Рис. 2. Зависимость среднего числа безошибочных выполнений от темпа во второй серии

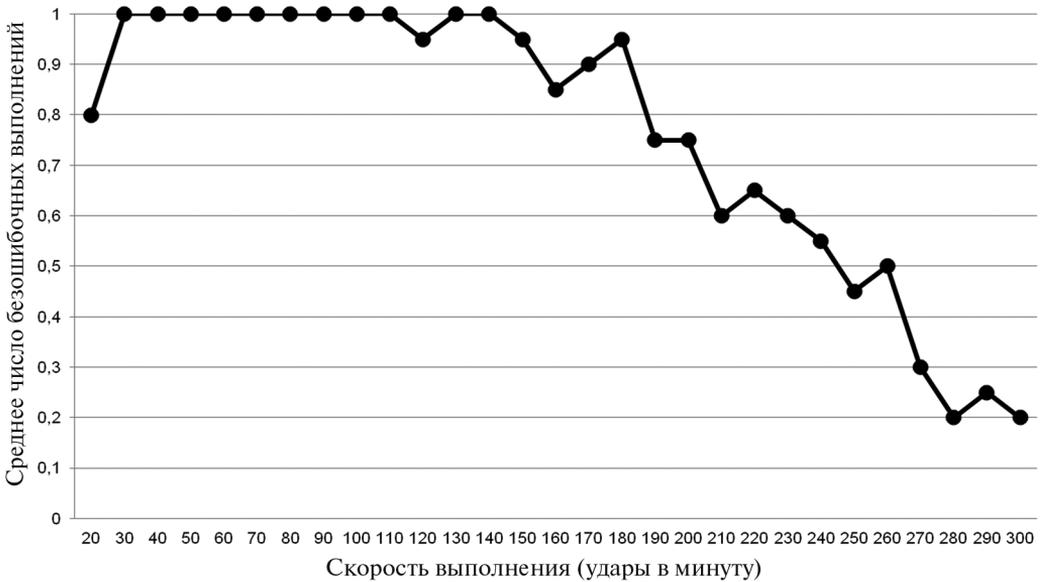


Рис. 3. Зависимость среднего числа безошибочных выполнений от темпа в третьей серии

вработываемости — испытуемым нужно время, чтобы привыкнуть к заданию. В связи с этим дальнейшие расчеты выполнялись по результатам последних трех серий, без учета первой, которую следует считать тренировочной.

Для построения психометрической шкалы была вычислена сложность каждого пункта. Использовалась шкала логитов ($\ln(p/q)$, где p — среднее число испытуемых, справившихся с заданием, q — среднее число испытуемых, не справившихся

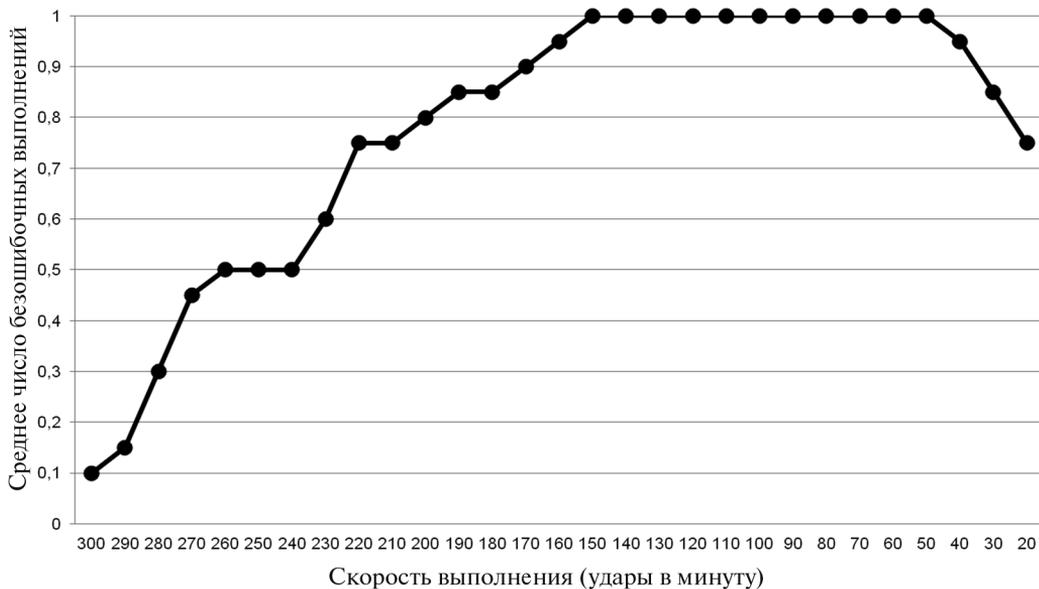


Рис. 4. Зависимость среднего числа безошибочных выполнений от темпа в четвертой серии

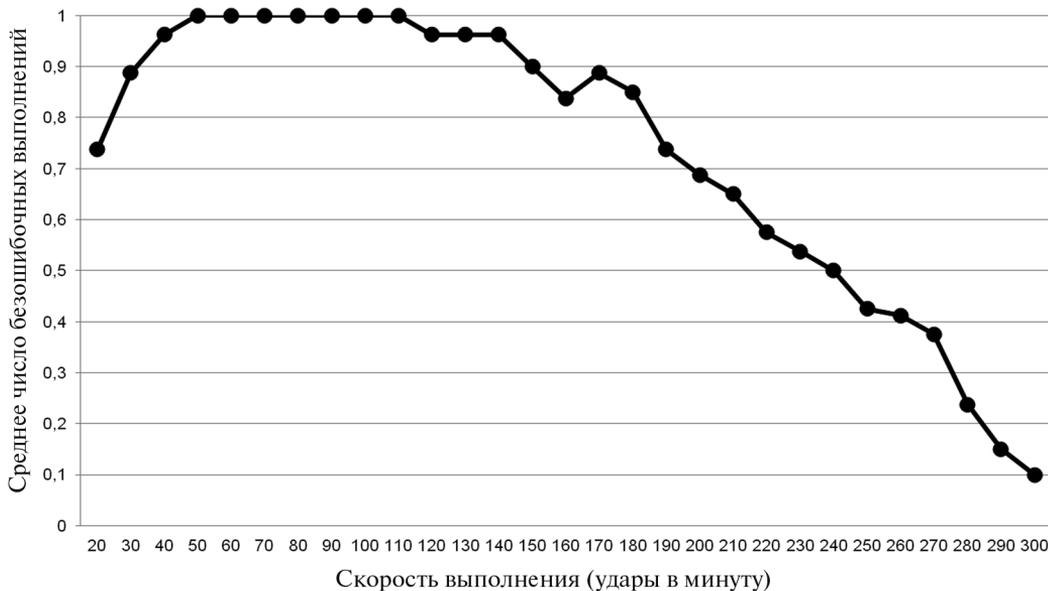


Рис. 5. Зависимость среднего числа безошибочных выполнений от темпа по всей методике

с заданием), полученные значения были переведены в целочисленные показатели сложности (табл. 1).

На основе полученных показателей сложности заданий была построена шкала. Среднее значение – 55 ± 21 , асимметрия –

–0,074 (стандартная ошибка – 0,512), эксцесс – –0,96 (стандартная ошибка – 0,992), минимальное эмпирическое значение – 17, максимальное – 90 (теоретически возможный диапазон значений – от 0 до 90). Критерий Колмогорова–Смирнова не

Таблица 1

Результаты вычисления целочисленных показателей сложности заданий

Скорость (ударов в минуту)	Среднее число безошибочных выполнений по результатам трех последних серий ($N = 20$)	Целочисленный показатель сложности
20	0,82	4
30	0,93	2
40	0,97	2
50	1	1
60	1	1
70	1	1
80	1	1
90	1	1
100	1	1
110	1	1
120	0,98	1
130	0,98	1
140	1,00	1
150	0,97	2
160	0,90	3
170	0,92	3
180	0,88	3
190	0,80	4
200	0,75	4
210	0,68	4
220	0,63	4
230	0,60	5
240	0,55	5
250	0,47	5
260	0,48	5
270	0,40	5
280	0,25	6
290	0,17	7
300	0,12	7

выявил значимого отличия распределения от нормального ($Z = 0,585$; $p = 0,883$). По критерию одного стандартного отклонения низкий уровень реципрокной координации соответствует 0–34 баллам, средний – 35–76, высокий – 77–90. Ниже (табл. 2) приводятся процентиля (сумма процента испытуемых, имеющих значение

Таблица 2

Процентили и Z -оценки интервалов сырых баллов

Сырой балл	Процентиль	Z -оценка
0–20	2,5	–1,9600
21–30	10	–1,2816
31–40	22,5	–0,7554
41–50	35	–0,3853
51–60	50	0,0000
61–70	67,5	0,4538
71–80	82,5	0,9346
81–90	95	1,6449

меньше заданного, и половины процента испытуемых, имеющих заданное значение) и Z -оценки для балльных интервалов с шагом 10 баллов. С учетом малого числа испытуемых более точные градации не имеют практического смысла.

Значимых связей с полом и возрастом обнаружено не было, хотя малочисленность выборки, преобладание в ней девушек и малый возрастной разброс не позволяют говорить о надежности данного результата. Репрезентативность тестовых норм частично обеспечивается нормальностью распределения тестовых баллов, хотя для расширения применимости методики ее необходимо апробировать на других половозрастных и социально-демографических группах с привлечением большего числа испытуемых.

Поскольку нами не было обнаружено статистически значимых различий между результатами выполнения методики во второй, третьей и четвертой сериях, для сокращения времени диагностики (с 24 до 12 минут) рекомендуется проводить только две серии; при этом первая серия должна выступать в качестве тренировочной, а ее результаты не должны учитываться при окончательном подсчете.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нами был разработан и апробирован вариант проведения и количественного из-

мерения результатов выполнения пробы на реципрокную координацию рук. В отличие от принятого в отечественной нейропсихологической школе качественного подхода к оценке выполнения пробы, предложенный вариант проведения методики позволяет измерять эффективность реципрокной координации с использованием психометрической шкалы. В рамках клинической нейропсихологии, нейропсихологии индивидуальных различий, психологии труда и спорта предлагаемый вариант (хотя он и не учитывает специфику ошибок) может быть использован для количественной оценки функциональной асимметрии в целях дальнейшего сопоставления результатов с другими характеристиками испытуемого.

По измеряемому признаку возможно распределение участников (по результатам выполнения пробы) на низкую, среднюю и высокую группы. При проведении клинико-психологической диагностики необходимо учитывать, что успешность выполнения данной пробы зависит от специфики функционирования как корковых, так и подкорковых образований головного мозга, поэтому результаты выполнения пробы необходимо сопоставлять с выполнением других методик на исследование сферы праксиса.

1. *Глозман Ж.М.* Количественная оценка данных нейропсихологического обследования. М.: Центр лечебной педагогики, 1999. 160 с.
Glozman J.M. Kolichestvennaya ocenka dannyh nejropsihologicheskogo obsledovaniya [Quantitative assessment of neuropsychological testing data]. М.: Centr lechebnoj pedagogiki, 1999. 160 s.
2. *Гуревич М.О., Озерский Н.И.* Психомоторика. Методика исследования моторики: В 2 ч. М.; Л.: Госмедиздат, 1930. Ч. 2. 174 с.
Gurevich M.O., Ozerskij N.I. Psihomotorika. Metodika issledovaniya motoriki [Psychomotorics. Methods of motility studies]. М.; Л.: Gosmedizdat, 1930. Ch. 2. 174 s.
3. *Лурья А.Р.* Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. 433 с.
Luriya A.R. Vysshie korkovye funkicii cheloveka i ih narusheniya pri lokal'nyh porazheniyah mozga [Higher cortical functions of man and their disturbances in local brain lesions]. М.: Izd-vo MGU, 1962. 433 s.
4. *Максименко М.Ю., Ковязина М.С.* Пособие для практических занятий по нейропсихологической диагностике. М.: Теревинф, 1998. 44 с.
Maksimenko M.Yu., Kovyazina M.S. Posobie dlya prakticheskikh zanyatij po nejropsihologicheskoy diagnostike [Handbook for practical training on neuropsychological diagnostics]. М.: Terevinf, 1998. 44 s.
5. Нейропсихологическая диагностика, обследование письма и чтения младших школьников / Под ред. Т.В. Ахутиной, О.Б. Иншаковой. М.: В. Секачев, 2014. 132 с.
Nejropsihologicheskaya diagnostika, obsledovanie pis'ma i chteniya mladshih shkol'nikov [Neuropsychological diagnosis, examination of letters and reading of younger schoolboys]. Izdanie 2-e, ispravlennoe i dopolnennoe / Pod obshchej redakciej T.V. Ahutinoj, O.B. Inshakovej. М.: V. Sekachyov, 2014. 132 s.
6. *Полонская Н.Н.* Нейропсихологическая диагностика детей младшего школьного возраста: Учеб. пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Академия, 2007. 192 с.
Polonskaya N.N. Nejropsihologicheskaya diagnostika detej mladshego shkol'nogo vozrasta: uchebnoe posobie dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenij [Neuropsychological diagnosis of primary school children: A textbook for university students]. М.: Akademiya, 2007. 192 s.
7. *Сиротюк А.Л.* Обучение детей с учетом психофизиологии: Практическое руководство для учителей и родителей. М.: ТЦ Сфера, 2001. 128 с.
Siryotuk A.L. Obuchenie detej s uchetom psihofiziologii: Prakticheskoe rukovodstvo dlya uchitelej i roditelej [Education of children with a view on psychophysiology: A practical guide for teachers and parents]. М.: TC Sfera, 2001. 128 s.
8. *Хомская Е.Д.* и др. Методы оценки межполушарной асимметрии и межполушарного взаимодействия / Хомская Е.Д., Привалова Н.Н., Ениколопова Е.В., Ефимова И.В., Степанова О.Б., Горина И.С. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 79 с.
Khomskaya E.D., Privalova N.N., Enikolopova E.V., Efimova I.V., Stepanova O.B., Gorina I.S. Metody ocenki mezhpulusharnoj asimmetrii i mezhpulusharnogo vzaimodejstviya [Methods of evaluation of asymmetry and interhemispheric interaction]. М.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1995. 79 s.
9. *Lezak M.D.* et al. Neuropsychological assessment: 5th edition / Lezak M.D., Howieson D.B., Bigler E.D., Tranel D. N.Y.: Oxford Univ. Press, 2012. 1161 p.