

**ЗАВИСИМОСТЬ ВРЕМЕНИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ
ОТ ХАРАКТЕРА ОТВЕТНЫХ ДЕЙСТВИЙ**

Н. М. ПЕЙСАХОВ

(Казанский государственный университет)

Двигательные методики получили широкое распространение при изучении высшей нервной деятельности человека.

Исследователи, имевшие дело с двигательными методиками, отмечают их достоинства: простоту, краткость и техническую доступность [2], [3], [4], [5]. Одновременно подчеркиваются и недостатки этих методик: произвольность и неустойчивость латентных периодов, их значительные колебания при многократных измерениях.

Совершенствование нейхронометрических методик развивается в настоящее время по пути повышения надежности за счет увеличения количества измерений в одном опыте и применения методов вариационной статистики при обработке результатов экспериментов. Вместе с тем может быть и несколько иной подход к решению проблемы надежности, заключающийся в стабилизации результатов измерения времени реакций, что имеет гораздо большее значение в условиях, когда увеличение количества измерений нежелательно, например при массовых обследованиях.

В экспериментах обычно измеряется время быстрого нажатия на кнопку или ключ, в результате которого прекращается работа устройства для измерения времени. Однако возможен и другой способ ответных действий — отпускание кнопки. В этом случае испытуемый по предварительной команде «Внимание!» нажимает на кнопку и держит ее в этом положении до появления сигнального раздражителя, а реакция осуществляется быстрым отпусканием кнопки.

При проведении экспериментов с применением нейхронометрических методик, в которых использовались различные по характеру двигательные действия испытуемых, нами было отмечено, что итоги этих измерений неодинаковы. Латентные периоды двигательных реакций с отпусканием кнопки были неизменно короче, чем в реакциях с нажатием. Эти данные указывают на то, что результаты измерений зависят от характера ответных действий испытуемых, так как остальные условия опытов были идентичными.

Проверка этого предположения проводилась в эксперименте, участниками которого были 200 студентов I и II курсов Казанского университета.

МЕТОДИКА

В задачу эксперимента входило выяснение: при каких условиях (нажатии или отпускании кнопки) достигается меньший разброс показателей при осуществлении простых и дифференцировочных реакций.

Исследование проводилось на электронном цифровом нейхронометре [1], позволяющем измерять время простых и дифференцировочных реакций с нажатием и отпусканием кнопки (микровыключатель КВ-9) с точностью 1 мсек.

Эксперимент состоял из шести серий: в I—IV сериях изучались различия между двумя способами реагирования в простой двигательной реакции, в V и VI сериях — в дифференцировочной реакции, где один раздражитель был положительным, а другой — тормозным.

В первой серии опытов с простой двигательной реакцией испытуемые реагировали, нажимая на кнопку, во второй — отпуская ее. Для проверки надежности теста часть испытуемых (27 мужчин и 21 женщина) исследовались повторно в III и IV сериях опытов. Испытуемые, участвовавшие в повторных сериях, были распределены на две подгруппы по 10—14 человек в каждой. Одна из подгрупп начинала весь эксперимент с нажатия на кнопку, другая — с отпускания ее. Таким образом, чередование способов реагирования в первой подгруппе было таким: нажатие — отпускание — нажатие — отпускание; во второй подгруппе чередовались: отпускание — нажатие — отпускание — нажатие.

Время простой двигательной реакции измерялось десять раз подряд в ответ на звуковой раздражитель (чистый тон 1 000 гц, громкостью 105 дцб от звукового порога и длительностью 200 мсек), который подавался в головные телефоны ТА-5М. Предупредительным сигналом служило зажигание лампочки на панели испытуемого. Время отставления пускового раздражителя от предупредительного сигнала 2 сек, паузы между отдельными измерениями — 12 сек. После словесной инструкции проводилось 3—4 предварительных измерения, результаты которых не учитывались, а затем прибор переводился на автоматический режим работы и результаты измерений заносились в протокол опыта. Исследование проводилось в 11—14 часов дня. Промежутки между отдельными сериями составляли от 10 до 15 дней.

В V и VI сериях эксперимента участвовало 20 человек (мужчин — 10, женщин — 10). Согласно инструкции, испытуемый должен был реагировать как можно быстрее на вспышку одной из лампочек, а при зажигании другой такой же лампочки воздерживаться от действий. По предварительной команде «Приготовиться!» испытуемый фиксировал взором точку в центре между лампочками, а по команде «Внимание!» готовился к реакции. После инструкции и предварительных проб, результаты которых не учитывались, по определенной программе предъявлялось 96 раздражителей (положительных 48 и тормозных 48). В V серии исследовались нажатия на кнопку, в VI серии — отпускание ее.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты первых двух серий, в которых участвовали все испытуемые, представлены в табл. 1.

Сопоставление данных, полученных при двух различных способах реагирования, показывает укорочение латентных периодов реакций и уменьшение вариативности, когда ответным действием испытуемых служит отпускание кнопки.

Таблица 1

УСРЕДНЕННЫЕ ДАННЫЕ ПЕРВЫХ ДВУХ СЕРИЙ ЭКСПЕРИМЕНТА

Способ ответных действий	Усредненные результаты по выборке в целом								
	\bar{x}	m	σ	максимум	минимум	размах	v^*	t	p
Мужчины									
Нажатие	161	3,25	31,68	204,9	132,5	72,5	19,7	5,4	<0,001
Отпускание	140	2,02	19,91	169,9	118,1	51,8	14,2		
Разность	21	1,23	11,77	35,0	14,4	20,7	5,5		
Женщины									
Нажатие	182	4,21	42,02	238,6	145,3	92,3	23,0	6,8	<0,001
Отпускание	148	2,61	25,67	182,9	125,6	57,3	17,3		
Разность	34	1,60	16,35	55,7	19,7	36,0	5,7		

* Коэффициент вариации (v) отражает степень варьирования более точно, так как характеризует колеблемость признака в совокупности относительной величиной (в процентах). Вычисляется по формуле:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

Преимущество в стабильности измерений времени реакций с отпусканием кнопки наглядно выступает при сопоставлении максимальных и минимальных значений латентных периодов реакций. Разность между этими крайними значениями — «размах» — характеризует колебания времени реакции в опыте наравне со средним квадратическим отклонением (σ) и коэффициентом вариации (v). Различия между средними арифметическими латентных периодов реакций при обоих способах ответных действий находятся на достоверном уровне значимости ($p < 0,001$).

Примечательно, что при реакциях с отпусканием кнопки уменьшаются различия, имеющиеся между мужчинами и женщинами при другом способе реагирования. Несмотря на то, что эти различия достоверно значимы в обоих случаях, они все же значительно меньше при отпускании кнопки (при нажатии $t=4,0$ при $p < 0,001$; при отпускании $t=2,3$ при $p < 0,02$).

С целью проверки устойчивости различий между двумя способами ответных действий на протяжении длительного опыта был проведен небольшой дополнительный эксперимент с участием трех испытуемых. В нем время реакции измерялось не десять раз, как в основном эксперименте, а 420 раз подряд. Учитывались результаты реакций с 21 по 420, т. е. четырехсот измерений. В табл. 2 представлены средние величины латентных периодов реакций (\bar{X}) и коэффициенты вариации (v) для измерений времени реакций с нажатием и отпусканием кнопки.

Таблица 2
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИЙ ДВУМЯ СПОСОБАМИ ОТВЕТНЫХ ДЕЙСТВИЙ В ДЛИТЕЛЬНОМ ОПЫТЕ

Испытуемые	Реакция нажатием		Реакция отпусканием		<i>t</i>	<i>p</i>
	\bar{x}	<i>v</i>	\bar{x}	<i>v</i>		
И.	389	32,9	296	12,7	13,9	<0,001
А.	346	17,9	316	17,1	7,2	<0,001
Я.	341	18,3	326	18,0	3,1	<0,01

Дополнительный опыт показал, что укорочение латентных периодов двигательных реакций и большая стабильность измерений по всей выборке при реакциях с отпусканием кнопки является следствием соответствующих изменений в результатах отдельных испытуемых и не зависит от длительности опыта, хотя сдвиг в латентных периодах реакций и их вариативности у отдельных испытуемых могут быть большими или меньшими.

Таким образом, на основании первых двух серий эксперимента и дополнительного опыта можно заключить, что при реагировании с отпусканием кнопки уменьшаются колебания латентных периодов реакций при многократных измерениях и, кроме того, укорачиваются латентные периоды реакций.

Перейдем к рассмотрению итогов III и IV серий опытов, задачей которых было определение надежности каждого из способов ответных действий при повторных исследованиях времени простых реакций. Представление о результатах этих двух серий дает табл. 3, в которой данные о повторных исследованиях в III и IV сериях (по 10 измерений в каждой) сопоставлены с данными первых двух серий по 10 измерений времени реакции. Первые две серии в таблице обозначены как первичные, III и IV серии — как повторные.

Из табл. 3 следует, что латентные периоды двигательных реакций подвержены меньшим изменениям в повторных сериях, если двигательным ответом испытуемых служит отпускание кнопки (см. правую половину табл. 3). Оценкой надежности каждого из способов ответных действий могут служить коэффициенты парных корреляций¹ между результатами измерений в первичных и повторных сериях. Чем выше коэффициенты, тем больше надежность теста. Вычисленные нами коэффициенты корреляции для пары измерений времени реакций с нажатием на кнопку (0,695 при $p < 0,001$) оказались несколько ниже, чем для пары с отпусканием кнопки (0,724 при $p < 0,001$). Это свидетельствует о большей надежности измерений времени реакций отпусканием кнопки.

Таблица 3
ИЗМЕНЕНИЯ ЛАТЕНТНЫХ ПЕРИОДОВ ДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ПРИ ПОВТОРНЫХ ИСПЫТАНИЯХ
(мужчин — 27 человек, женщин — 21 человек)

Испытуемые	Реакция нажатием кнопки			Реакция отпусканием кнопки		
	первичная серия	повторная серия	разность	первичная серия	повторная серия	разность
Мужчины	158,2	153,8	4,4	138,6	138,9	0,3
Женщины	172,5	161,9	10,6	146,3	145,1	1,2

¹ Ранговые коэффициенты корреляции вычислялись по формуле Спирмена: $r_{jj} = \frac{\sigma \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$, где d — разность рангов первичных и повторных обследований, n — количество испытуемых.

При описании методики указывалось на то, что испытуемые, участвовавшие в повторных сериях, были разделены на подгруппы, в которых чередование способов ответных действий было неодинаковым. Такое разделение понадобилось для выяснения вопроса о роли тренировочного эффекта на устойчивость различий между двумя способами ответных действий. Вполне логичным было предположить, что на результаты эксперимента может повлиять тот факт, что большинство испытуемых начинало эксперимент с нажатия на кнопку. В этом случае уменьшение латентных периодов реакций в последующих сериях можно было бы считать следствием тренировки, которую прошли испытуемые в первой серии. Однако если бы оказалось, что различия между двумя способами ответных действий существуют вне зависимости от того, с какого способа испытуемые начинали эксперимент, это служило бы доказательством устойчивости этих различий и независимости их от тренировочного эффекта.

В действительности оказалось, что, несмотря на общую тенденцию к снижению латентных периодов реакций от серии к серии, их величина и их вариативность неизбежно меньше при реагировании с отпусканьем кнопки.

Таким образом, можно считать установленным независимость от тренировки факта уменьшения латентных периодов простых реакций и вариативности их при реакции с отпусканьем кнопки.

Обратимся к результатам V и VI серий опыта, в которых изучалась зависимость латентных периодов двигательных реакций от характера ответных действий испытуемых в условиях дифференцировочной реакции, где один раздражитель был положительным, а другой тормозным. Табл. 4 содержит результаты, полученные в этих двух сериях. Первые две строки таблицы отражают результаты измерений латентных периодов положительных реакций, в третьей и четвертой строках представлены результаты, наблюдавшиеся при предъявлении тормозных раздражителей. Так как нейрхронометр позволяет фиксировать количество ошибок на тормозные раздражители и время этих ошибочных реакций независимо от способа реагирования, то оба показателя включены в таблицу.

Таблица 4
РАЗЛИЧИЯ В ДИФФЕРЕНЦИРОВОЧНЫХ РЕАКЦИЯХ ПРИ ДВУХ СПОСОБАХ ОТВЕТНЫХ ДЕЙСТВИЙ

Показатели	Мужчины		Женщины	
	реакции нажатием	реакции отпусканьем	реакции нажатием	реакции отпусканьем
Латентные периоды положительных реакций в миллисекундах	451	390	506	431
Коэффициенты вариации положительных реакций	18	10	12	11
Количество ошибок на тормозные раздражители	51	61	28	30
Время ошибочных реакций в миллисекундах	446	416	488	443

Сопоставление латентных периодов положительных реакций при двух способах ответных действий позволяет установить, что в условиях дифференцировочных реакций происходит укорочение их при реагировании отпусканьем кнопки. Различия средних арифметических достоверно значимы как у мужчин (разность 61 мсек, $t=2,2$ при $p < 0,05$), так и у женщин (разность 75 мсек, $t=3,1$ при $p < 0,01$). Реакции в виде отпусканья кнопки приводят к уменьшению вариативности латентных периодов.

Аналогичная картина наблюдается при сравнении времени ошибочных реакций, возникающих при предъявлении тормозного раздражителя. При реагировании отпусканьем кнопки время этих реакций становится короче у мужчин на 30 мсек ($t=1,6$ при $p < 0,1$), а у женщин на 45 мсек ($t=3,1$ при $p < 0,01$). Одновременно происходит увеличение количества ошибок на тормозные раздражители, т. е. испытуемые, реагируя отпусканьем кнопки, чаще отвечают на запрещающий сигнал.

Фактический материал, полученный в опытах с простыми и дифференцировочными реакциями, позволяет заключить, что реагирование с отпусканьем кнопки происходит на фоне повышения возбудимости нервных структур и проводящих путей, которые участвуют в осуществлении двигательной реакции. Это повышение возбудимости проявляется в укорочении латентных периодов реакций и увеличении количества ошибок при предъявлении испытуемым тормозных раздражителей.

Очевидно, что причина повышения возбудимости кроется в отличительных особенностях движений при осуществлении реакций с отпусканьем, а именно в предварительном

нажатия на кнопку по команде «Внимание!». Известно, что предварительное умеренное растяжение увеличивает сократительный эффект мышц. В реакциях с отпусканием как раз и присутствует предварительное растяжение мышц пальцев и кисти перед их сокращением при осуществлении реакции.

Не последнюю роль в повышении возбудимости двигательного анализатора играют, очевидно, импульсы с рецепторов. Предварительное нажатие на кнопку вызывает целый поток центростремительных импульсов с проприорецепторов мышц кисти. Одновременно серии разрядов посылаются рецепторами прикосновения и давления, в большом количестве расположенных на кончиках пальцев. Эти импульсы поступают непрерывно, пока испытуемый держит кнопку нажатой, т. е. вплоть до появления сигнального раздражителя. Естественно, что в этих условиях двигательный ответ на раздражитель будет иным, чем в случае, когда афферентная импульсация отсутствует.

Если учесть, что достаточно сильное и интенсивное возбуждение обладает способностью к иррадиации, то становятся понятными причины снижения торможения в пунктах, близко расположенных к очагу повышенного возбуждения, и связанное с этим увеличение количества ошибок на тормозные раздражители.

Эксперимент по изучению двух способов ответных действий показывает существенное преимущество реакций с отпусканием кнопки перед способом реагирования с нажатием на кнопку, заключающееся в стабильности латентных периодов в течение коротких и длительных опытов по измерению латентных периодов двигательных реакций.

ВЫВОДЫ

1. При реагировании с отпусканием кнопки латентные периоды простых и дифференцировочных реакций укорачиваются в среднем на 20—30 мсек. При этом уменьшается вариабельность латентных периодов двигательных реакций каждого из испытуемых и всей выборки в целом.

2. Имеющиеся факты позволяют предположить, что причина укорочения и стабилизации латентных периодов двигательных реакций при отпускании кнопки заключается в повышении возбудимости нервных структур и проводящих путей, осуществляющих двигательную реакцию.

3. Более устойчивые результаты, полученные при измерении времени реакций с отпусканием кнопки, позволяют добиваться более надежных результатов в одном опыте и в повторных экспериментах с применением нейхронометрических методик.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В. В., Баранов Г. Г., Ваганов Р. Г., Пейсахов Н. М. Электронный цифровой нейхронометр. Материалы научно-технической конференции «Электроника и спорт». Л., 1968.
2. Бойко Е. И. Время реакции человека. М., «Медицина», 1965.
3. Лейтес Н. С. К вопросу об индивидуальных различиях в устойчивости двигательных реакций. Сб. «Типологические особенности высшей нервной деятельности человека», т. III. М., Изд-во АПН РСФСР, 1963.
4. Небылицын В. Д. Основные свойства нервной системы человека. М., «Просвещение», 1966.
5. Небылицын В. Д., Голубева Э. А., Равич-Щербо И. В., Ермолаева-Томина Л. Б. Сравнительное изучение кратких методик определения основных свойств нервной системы у человека. В сб.: «Типологические особенности высшей нервной деятельности человека», т. IV. М., «Просвещение», 1965.
6. Чуприкова Н. И. Слово как фактор управления в высшей нервной деятельности человека. М., «Просвещение», 1967.

