Доклады Академии наук СССР
1955. Том 101, № 5

БИОФИЗИКА

Л. И. ЛЕУШИНА

О РОЛИ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ В ОЦЕНКЕ РАССТОЯНИЯ

(Представлено академиком К. М. Быковым 22 X 1954)

И. М. Сеченов (1) развивал мысль о роли мускулатуры в формировании пространственного зрения. И. П. Павлов (2) указал на условнорефлекторную природу пространственного зрения.

Задачей данной работы было выяснение роли наружных мышц глаза при оценке расстояния на плоскости.

Методика. Опыты проводились на взрослых людях. На височных краях глаз укреплялись неполяризующиеся электроды. На шлейфном осциллографе регистрировались изменения потенциала глазного яблока, обусловленные поворотом глаз. Испытуемые находились в темной экранированной камере. Голова их фиксировалась и движения ее тем самым исключались. На расстоянии 1 м перед глазами на черном экране находилась слабая красная фиксационная точка, служившая ориентиром для исходного направления глаз. На том же экране через разные промежутки времени (от 20 сек. до 4 мин.) зажигались две сигнальные точки, расположенные по горизонтальной линии. Каждому испытуемому давались два расстояния между сигнальными точками: большое (Б) и малое (М). Использовались следующие комбинации Б и М (в угловых градусах, соответственно): 21,5 и 19; 21,5 и 15,4; 17,7 и 11,7; 15,4 и 12,8. Испытуемый должен был сообщать, на большом или на малом расстоянии зажигаются сигнальные точки. Исследования проводились после того, как была угашена ориентировочная реакция глаз на зажигание лампочек.

При обработке материала учитывались амплитуда движения глаз, время от момента зажигания сигнальных точек до начала первого движения глаз и время от момента зажигания точек до подачи испытуемым сигнала.

Результаты. Прежде всего бросается в глаза тот факт, что при зажигании сигнальных точек движение глаз всегда предшествует оценке расстояния. Необходимо отметить, что инструкция не содержала никаких указаний о необходимости переводить взгляд с одной сигнальной точки на другую и обратно.

Что касается амплитуды движений глаз, предшествующих оценке, то в первых исследованиях они соответствовали почти точным поворотам от одной точки до другой (табл. 1). В связи с этим амплитуды движений глаз при большом расстоянии между сигнальными точками (Аб) оказываются больше, чем при малом (Ам)*, и такое соотношение сохраняется в течение всех исследований. На рис. 1 представлены графики средних величин Аб и Ам. На оси абсцисс отмечены поряд-

*) Амплитуды движений промерялись при большом увеличении и даны в условных единицах.

ковые номера исследований, на оси ординат — средние амплитуды движений глаз в каждом исследовании. Как видно из графиков, Аб во всех случаях больше, чем Ам.

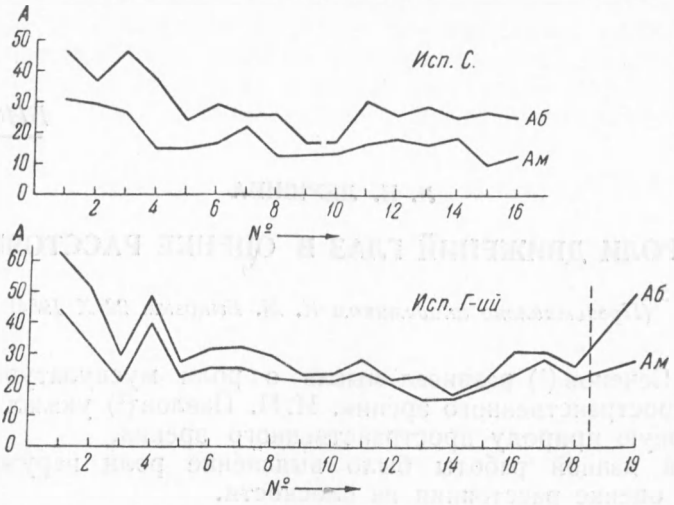


Рис. 1

На графиках обнаруживается еще следующая зависимость. У испытуемого С. разница между расстоянием Б и М составляет 6°, у испытуемого Г-го в исследованиях № 1 по № 16 она составляет 2,5° и в исследовании № 19 6°. Чем больше разница между Б и М, тем больше разница и между Аб и Ам, и наоборот. Подобное соотношение отмечено во всех исследованных нами случаях.

Таблица 1

Протокол исследования 24 XI (испытуемый Г.)

№ раздражения в исследовании	Расстояние	Оценка	Аб	Ам
	Б	Контр. повороты	**55**	—
	М	То же	—	**35**
1	М	»	—	29
2	Б	Правильная	55	—
3	Б	»	49	—
4	М	»	—	33
5	М	»	—	30
6	М	»	—	28
7	Б	»	52	—
8	Б	»	50	—
9	М	»	—	27

Таким образом, амплитуда движений глаз зависит от расстояния, предлагаемого испытуемому для оценки.

Однако от исследования к исследованию амплитуда движений снижается. Следовательно, движение глаз непосредственно от одной сигнальной точки до другой уже не совершается, а ограничивается каким-то промежутком между этими точками. При этом соотношение между Аб и Ам сохраняется некоторое время нормальным (Аб > Ам). Но к концу исследований нарушается и это соотношение: появляются случаи оценки расстояния без предварительного движения глаз (табл. 2). Эти случаи раньше всего появляются тогда, когда разница между Б и М велика (6°). Когда же разница мала (2,5°), то оценка расстояний без движения глаз встречается только после большого количества повторений раздражений (свыше 300).

Таким образом, в первых исследованиях оценке расстояния всегда предшествуют движения глаз, отличающиеся по амплитуде в зависимости от расстояния, предлагаемого для оценки. В дальнейшем то же

расстояние может оцениваться и без предварительного движения глаз. Следует подчеркнуть, что это наблюдается после многократного повторения одних и тех же раздражителей. Факты эти, повидимому, можно объяснить следующим образом. На первом этапе исследования мы всегда имели совпадение во времени возбуждения, идущего от рецепторов мышц, и определенной картины возбуждения сетчатки. Позже одно уже возбуждение сетчатки могло быть условнорефлекторным сигналом того или иного расстояния.

Таблица 2

Протокол исследования 27 VII (испытуемая З.)

№ раздражения в исследовании	Расстояние	Оценка	Аб	Ам	№ раздражения в исследовании	Расстояние	Оценка	Аб	Ам
1	Б	Правильная	0	—	8	Б	Правильная	0	—
2	М	»	—	0	9	М	»	—	0
3	М	»	—	4	10	М	»	—	0
4	Б	»	0	—	11	Б	»	0	—
5	Б	»	5	—	12	М	»	—	6
6	М	»	—	0	13	М	»	—	0
7	Б	»	7	—	14	Б	»	0	—

Что движения глаз играют первичную роль в оценке расстояния, подтверждается анализом ошибок, допущенных испытуемыми. В табл. 3 приведены амплитуды движений глаз при неправильной оценке расстояния ($А_{ош}$) и средние амплитуды ($А_{ср}$) движения глаз в том же исследовании при правильной оценке расстояний. Во всех случаях, когда большое расстояние между сигнальными точками ошибочно оценивалось испытуемым как малое, амплитуда движения $А_{ош}$ оказывалась меньше, чем $А_{ср}$ при правильной оценке. Когда же малое расстояние оценивалось как большое, $А_{ош}$ оказывалось больше, чем $А_{ср}$ при правильной оценке М в данном исследовании. Аналогичная картина наблюдается при сопоставлении $А_{ош}$ с абсолютными величинами А в исследовании. Такого рода ошибки, обусловленные, как нам кажется, предшествующим оценке неправильным движением глаз, составили 84% всех допущенных испытуемыми ошибок.

Таблица 3

Амплитуды движения глаз при неправильной оценке расстояния

Испытуемые	Б		М		Испытуемые	Б		М	
	$А_{ош}$	$А_{ср}$	$А_{ош}$	$А_{ср}$		$А_{ош}$	$А_{ср}$	$А_{ош}$	$А_{ср}$
Я.	—	18,8	27	10,1	Г-ий	19	29,5	—	23
З.	—	14,2	16,2	9,8	»	20	23,2	29	22,6
Г-на	—	10,5	8,5	7,3	»	—	22,9	29	21,7
»	—	8,8	8,7	7,0	»	13	23,8	—	16,3
»	—	17,3	18	17	»	15	18	19,5	17,4
Г-ий	40	50	55	32	»	—	21,8	29	19,6
»	—	27	30	21,5	»	—	32,2	42,7	23,3
»	34	48,7	—	39	»	—	31,7	44	30,3
»	21,8	32,7	31	26,6	»	—	27,4	37	22,1
»	—	33	35,5	27					

Однако в некоторых случаях (7,5%) ошибочная оценка давалась испытуемым и тогда, когда предшествующие оценке движения глаз имели нормальную для данного расстояния амплитуду. Такая оценка

давалась испытуемым с большим запозданием в самом конце раздражения или даже после того, как сигнальные точки уже гасли. И наконец, в 8,5% случаев всех ошибок и амплитуда движений глаз и время оценки расстояния были нормальными. Все эти случаи относятся к девятому, четырнадцатому и еще более поздним исследованиям, т. е. к тому времени, когда корреляция между движениями глаз и оценкой расстояний у испытуемого нарушается.

Была также проведена серия исследований, в которой испытуемые должны были оценивать расстояния без предварительного движения глаз (переводить взгляд с одной сигнальной точки на другую им запрещалось). Дифференцирование расстояний в таких условиях оказалось очень индивидуальным. Некоторые испытуемые вообще не могли отдифференцировать большого и малого расстояния. Другие справлялись с заданием с большим трудом, допуская при этом по 7—10 ошибок на 20—22 раздражения, в то время как в предыдущей серии было 0—1—2 ошибки на 30—40 раздражений. Кроме того, в последней серии расстояние оценивалось только через 3—5 сек. от момента подачи раздражителя вместо 1,0—1,5 сек. при движении глаз.

Все это говорит в пользу предположения о ведущей роли движения глаз при оценке расстояния в наших опытах.

Институт физиологии им. И. П. Павлова
Академии наук СССР

Поступило
7 X 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] И. М. Сеченов, Избр. филос. и психолог. произв., 1947, стр. 363—374.
[2] И. П. Павлов, Полн. собр. сочин., 4, 139.