

UDC 57/61

MATHEMATICAL APPROACH FOR DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE UPPER LIMBS OF THE SUBJECTS ON REACTION TIME OF SIMPLE MOTOR RESPONSES¹ Boris J. Gutnik² Macej Henneberg³ Renata Henneberg⁴ Julia S. Archangelskaja¹ GKA by Maimonideus

Sadovnicheskaja st., 52/45, Moscow, 113035, Russia

Doctor of biological sciences, Professor

² University of Adelaide

Adelaide, SA 5005, Australia

Doctor of biological sciences, Professor of Anthropological and Comparative Anatomy

E-mail: maciej.henneberg@adelaide.edu. Au

³ University of Adelaide

Adelaide, SA 5005, Australia

Doctor of biological sciences, Senior researcher of

E-mail: renata.henneberg@adelaide.edu.au

⁴ GKA by Maimonideus

Sadovnicheskaja st., 52/45, Moscow, 113035, Russia

Doctor of biological sciences, Professor

E-mail: yulo807@yandex.ru

This article is focused on analyses of the latency period of the simple sensor motor reaction on moving object for young participants with different relative anthropometrical shapes of upper extremities. The results showed the significantly greater period of reaction time for participants with unproportional long arms and vice versa. It was recommended to consider proportionality of the reacted segments in measuring and analyzing of reaction time.

Keywords: Latency period of simple sensor motor reaction, reaction time, relative length of arm.

В классической литературе время реакции (ВР) рассматривается с позиций интегративной деятельности мозга (1, 2, 3, 4). Однако современная литература крайне скудно представлена данными, показывающими зависимость ВР от антропометрических вариаций строения организма. Так, приводятся данные, что большая длина руки существенно замедляет ВР. (5, 6) Имеются также косвенные указания, что большая величина ротационной инерции (как производной длины) верхней конечности существенно укорачивает ВР (7). Однако в данных работах есть существенные недостатки: малая статистическая выборка испытуемых, отсутствие данных о соотношении длины руки и роста, включение в группу испытуемых представителей различных расовых типов с совершенно различными пропорциями тела.

Целью данной работы было изучение влияния относительной длины верхней конечности на время простой сенсомоторной реакции. В исследовании принимали участие 169 школьников индийского происхождения 17-18 лет из окрестностей Кейптауна. Данный эксперимент являлся частью более широкого исследования

оценки состояния здоровья местного населения. Антропометрические показатели и ВР измерялось с помощью стандартного полевого метода (8).

Для каждого испытуемого проводилось 15 измерений, по которым рассчитывалось среднее индивидуальное значение ВР - $t_{\text{инд.ср.}}$. Общее количество измерений составило 2535. Для каждого испытуемого также проводился расчет соотношения длины руки к росту ($L_{\text{отн.}}$), а затем определялось его среднее групповое значение ($L_{\text{отн. групп.}}$), и сигмальное отклонение (для 169 чел.). Затем оценивались верхние и нижние границы среднего $L_{\text{отн. групп.}}$ по уровню t -критерия с 95-% вероятностью ($t_{\text{крит.}}=2,1$). Всех испытуемых, чьи показатели входили в эти границы, мы отнесли к подгруппе норма – «среднеруких». Всех испытуемых, чьи результаты находились выше границы среднего $L_{\text{отн. групп.}}$, относили к «длинноруким», соответственно, тех, чьи результаты оказались ниже этой границы, относили к «короткоруким». В группе «длинноруких» была выделена подгруппа «непропорционально длинноруких», чьи антропометрические результаты находились в области $L_{\text{отн.}}$ выше 0,5 максимального его значения. Таких испытуемых оказалось 21 чел. Аналогично была выделена подгруппа «непропорционально короткоруких» – испытуемые со значением $L_{\text{отн.}}$ ниже 0,5 минимального его значения. Таких оказалось 20 чел.

Для каждой подгруппы было рассчитано среднее значение ВР – $T_{\text{ср.подгр.}}$ (см. табл. 1).

Таблица 1.

Значения подгрупп

Подгруппы испытуемых	«непропорционально длиннорукие»	«непропорционально короткорукие»	«среднерукие»	Сравнение между Подгруппами	Критерий достоверности Стьюдента
№	1	2	3	Между 1 и 2	$P < 0,05$
соотношение	$0,469 \pm 0,006$	$0,441 \pm 0,002$	$0,450 \pm 0,002$	Между 1 и 3	$P < 0,05$
Время реакции, мс	480 ± 104	356 ± 46	417 ± 67	Между 2 и 3	$P < 0,05$

Из представленных результатов видно, что самое большое ВР было показано в подгруппе «непропорционально длинноруких», а самое малое – в подгруппе «непропорционально короткоруких». Точечно-биссерийный коэффициент корреляции при сравнении этих подгрупп равнялся 0,71, что означает высокую степень взаимосвязи между антропометрическим критерием и ВР. В соответствии с современными взглядами соматометрические особенности тела и механические характеристики исполнительных органов имеют существенное влияние на ВР (9,10,11). Продолжительность ВР в подгруппах «непропорционально длинноруких» можно объяснить тем, что испытуемые этих групп имеют большую длину верхних конечностей, следовательно, и больший момент инерции верхней конечности. Их удлинённые мышцы имеют большее количество параллельно возбуждающихся саркомеров, что, возможно, и затягивает ВР.

Полученные нами результаты показывают, что антропометрические характеристики испытуемых имеют существенное значение в формировании

ответного действия на внешние раздражители и должны учитываться при определении критериев нормы ВР.

ВЫВОДЫ.

1. Чем больше относительная длина рук испытуемых, тем больше период зрительно-моторной реакции, и наоборот. Это, по-видимому, связано с большей длиной мышц предплечья, имеющих большее количество последовательно включающихся в работу саркомеров, а также большей массой верхней конечности, что само по себе увеличивает момент инерции.

2. В ходе исследований, включающих определение латентного периода простых сенсомоторных реакций, следует особое внимание уделять антропометрическим характеристикам испытуемых.

3. Исследования ВР желательнее проводить на большом количестве испытуемых, выделяя в них подгруппы, отличающиеся по антропометрическим показателям.

Примечания:

1. Kolb, B., & Wishaw, I. *Fundamentals of human neuropsychology* (2nd ed.). New York: W.H. Freeman, 1985, P. 370.

2. Schmidt, R. A., Lee, T. D. *Motor control and learning: a behavioral emphasis*. (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics, 1999, P. 495.

3. Rozenbaum D.A. *Human Movement control*. Second Edition, Boston, MA, Elsevier Academic Press, 2010, P.387.

4. Pinel, J. (1993). *Biopsychology* (2nd ed.). Toronto: Allyn & Bacon.

5. Nai-Shin Chu (1989) Motor evoked potentials with magnetic stimulation: correlations with height *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.*, 74, 6: 481-485.

6. Samaras T T., Bartke, A. Rollo C.D. (2007) *Human body size and the laws of scaling: physiological, performance, growth, longevity and ecological ramifications* Nova Publishers, – 381 pages.

7. Anson JG. Effects of moment of inertia on simple reaction time. *J Mot Behav.* 1989, 21(1): 60-71.

8. Henneberg M., Louw G. J. (1998) Cross-sectional survey of growth of urban and rural “cape coloured” schoolchildren: anthropometry and functional tests. *Am J Hum Biol.*, 10, 1: 73–85.

9. Bernstein N (1967) In: *The coordination and regulation of movements* Oxford: Pergamon.

10. Murray WM, Delp SL, Buchanan TS (1995) Variation of muscle moment arms with elbow and forearm position. *J Biomech* 28: 513–525.

11. Lieber RL. (2002) *Skeletal muscle, structure, function and plasticity. The Physiological basis of rehabilitation*. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia.

УДК 57/61

**МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОДХОД, НАПРАВЛЕННЫЙ НА ВЫДЕЛЕНИЕ
ФАКТОРА, СВЯЗАННОГО С АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИМИ
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ И ЕГО ВЛИЯНИЯ
НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СЕНСОМОТОРНЫХ РЕАКЦИЙ**

¹ Борис Иосифович Гутник² Мачи Хеннеберг³ Рената Хеннеберг⁴ Юлия Серафимовна Архангельская¹ ГКА им. Маймонида

113035, Россия, г. Москва, ул. Садовническая, д. 52/45

доктор биологических наук, профессор

E-mail: gutnikboris@gmail.com

² Университет Аделаида,

г. Аделаида, СА 505, Австралия

доктор биологических наук, профессор

E-mail: maciej.henneberg@adelaide.edu.

³ Университет Аделаида

Аделаида, СА 505, Австралия

доктор биологических наук, старший исследователь

E-mail: renata.henneberg@adelaide.edu.au

⁴ ГКА им. Маймонида

113035, Россия, г. Москва, ул. Садовническая, д. 52/45

доктор биологических наук, профессор

E-mail: yulo807@yandex.ru

Данная статья анализирует латентные периоды простой сенсомоторной реакции на движущийся объект для молодых испытуемых с разными относительными антропометрическими формами верхних конечностей. Результаты показали значительно больший период времени реакции у испытуемых с непропорционально длинными руками и наоборот. Рекомендовано учитывать относительные размеры реагирующих сегментов в случаях измерения и анализа времени реакции.

Ключевые слова: латентный период простой сенсомоторной реакции, время реакции, относительная длина руки.