

УДК 612.172.2

**ТЕПШИНГ-ТЕСТОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
СЕНСОМОТОРНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРИ
ЗАТРУДНЁННОМ ЛОКАЛЬНОМ КРОВОТОКЕ С УЧЁТОМ
МАНУАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ
(СООБЩЕНИЕ 3)**

**А.Г. Налбандян¹, А.Я. Рыжов¹, Д.И. Игнатъев¹, М.А. Федин¹,
Н.Е. Медведева², Е.А. Белякова², А.В. Платонов³**

¹Тверской государственный университет, Тверь

²Гимназия № 44, Тверь

³Федерация универсального боя, Москва

Сила, выносливость, скорость сокращения мышц и иные параметры у каждого человека индивидуальны, особенно для правой и левой руки, при относительно малой доле амбидекстров. Естественно, региональные движения, а также особенности кровоснабжения и оксигенации дистальных мышц, по всей вероятности, должны иметь свои моторные и сердечно-сосудистые характеристики.

Ключевые слова: *теппинг, теппингограмма, оксигенация крови, окклюзия, гипоксия, гипоксемия, мануальная асимметрия.*

DOI: 10.26456/vtbio90

Введение. Мануальная асимметрия подразумевает качественные и количественные различия между ведущей рукой и «не ведущей» у каждого взятого человека. Современная техника, детали интерьера и рабочего места, а также иные моменты из повседневной жизни предназначены, по большей мере, для праворуких людей, что в свою очередь ведёт к появлению дискомфорта у левшей. Раньше леворукость старались искоренить, считая отклонением, и переучивали людей пользоваться правой рукой, что на сегодняшний момент выглядело бы как некая дискриминация. Количество леворуких людей увеличилось во много раз, в сравнении с началом XX века, и игнорирование позиции левшей может вылиться в общественную проблему, поэтому важность мануальной асимметрии растёт с каждым днём, как и недовольство людей (Бернштейн, 1966; Галенок, 1985; Агаджанян и др., 2005; Левин, 2005).

Цель настоящей работы, частично представляемой ранее в виде сообщений 1 и 2, является продолжение исследования функций нервно-мышечного аппарата дистальных областей правой и левой рук при лабораторном моделировании сенсомоторной работоспособности с более подробным учётом регистрируемой синхронно локальной

оксигенации крови в условиях артериальной окклюзии предплечья и кисти.

Методика. В экспериментальных исследованиях в качестве испытуемых участвовали мужчины 18-24 лет (N=12) без хронических и острых заболеваний нервной и нервно-мышечной систем. Опыты проводились за 1,5-2 часа до приёма пищи при референтных величинах температуры помещения, атмосферного давления, шумового и светового режимов.

В представляемом исследовании испытуемый также находился в положении сидя, предплечье и пясть руки, согнутой в локтевом суставе, зафиксированы на специальной подставке для регистрации теппинга пальцев, фиксация кисти при этом не сковывала их ритмических движений. В дистальной части плеча (выше локтевого сгиба) накладывалась медицинская манжета для прекращения артериального притока посредством окклюзии, превышающей систолическое давление (Гречишкин и др., 2005; Ашуркова и др., 2006). Контроль системы периферического кровообращения кисти осуществлялся фотоплетизмографически посредством пульсоксиметра, датчик которого стандартно фиксировался на большом пальце (pollex) и, по данным наших прежних пробных опытов, является надежным показателем пульсового кровенаполнения всех пальцев и кисти в целом.

Теппинг пальцев регистрировался осциллографически до проявления у испытуемого субъективного ощущения усталости и, соответственно, прекращения ритмических движений (утомление). Регистрация временных параметров теппинга осуществлялась в условиях исходного состояния испытуемых (контроль) и во время артериальной окклюзии предплечья и кисти. Информация, собранная пульсоксиметром в реальном времени, анализировалась автоматически, с выводом на дисплей MD-300 в виде показателей «периферийной» оксигенации крови.

Результаты и обсуждение. При адаптации организма к таким условиям вырабатываются резистивные механизмы, направленные на поддержание постоянной работоспособности. Стоит также заметить, что время утомление мышечной ткани во время физических работ на фоне локальной гипоксии большей частью зависит от увеличения концентрации в крови углекислого газа и метаболитов, нежели от снижения концентрации кислорода, так как гемоглобин имеет более высокое сродство с углекислотой, нежели с кислородом.

При сравнении времени теппинга пальцев правой и левой рук явно просматривается разница «в пользу» правой, так как в эксперименте участвовали правши (10 человек) в абсолютном процентном большинстве. В тоже время у лиц с «ведущей левой»

рукой закономерно наблюдается обратное соотношение (рис. 5 А). Выбор кислородного режима в одинаковой мере сказывается на продолжительности работы пальцев обеих рук.

Таблица 1
Показатели теппинга правой руки испытуемых-мужчин (N=12) в условиях затруднённого кровотока по показателям длительности выполнения задания (t_A), длительности двигательного цикла (t_c), оксигенации крови (S_pO_2)

Статистические параметры	Исследуемые данные		
	t_A (с)	t_c (движение/с)	S_pO_2 (%)
\bar{x}	20,622	0,309	90,292
D	37,775	0,006	0,294
σ	6,146	0,794	0,542
$\pm m$	1,853	0,023	0,163
C_v	29,803	256,958	0,600

Таблица 2
Результаты исследований левой руки испытуемых-мужчин (N=12) в условиях затруднённого кровотока по показателям длительности выполнения задания (t_A), длительности двигательного цикла (t_c), оксигенации крови (S_pO_2)

Статистические параметры	Исследуемые данные		
	t_A (с)	t_c (движение/с)	S_pO_2 (%)
\bar{x}	15,748	0,314	90,250
D	5,132	0,004	0,341
σ	2,265	0,060	0,589
$\pm m$	0,683	0,017	0,176
C_v	14,383	19,108	0,653

Для анализа среднего времени одного двигательного акта теппинга результаты оказались близкими к прогнозируемым нами величинам, при условии процентного большинства правшей в эксперименте скорость теппинг-движений правой рукой выше, нежели левой (Степанчикова, 1997; Рыжов, 1998; Ашуркова и др., 2006). Следовательно, среднее время цикла теппинга правой рукой короче, в сравнении с пробами левой руки. Это в определенной мере согласуется с данными исследований, проведенными S. Cooper (1960) и D. Barker (1960).

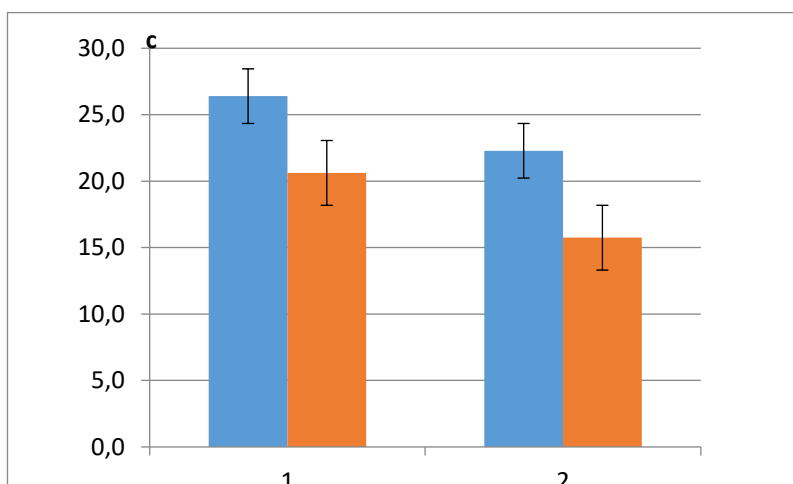


Рис. 2. Усреднённое время (с) теппинговой пробы пальцев правой руки (1) и левой (2) у испытуемых-мужчин. Левые части столбцов – теппинг до артериальной окклюзии предплечья, правые части столбцов – во время окклюзии

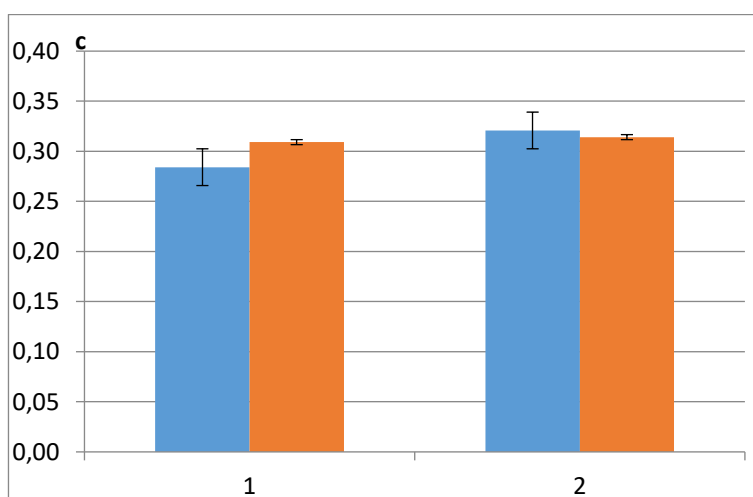


Рис. 3. Усредненное время (с) цикла теппинга пальцев правой (1) и левой (2) рук у испытуемых-мужчин. Левые части столбцов столбцы – в исходном состоянии, правые части столбцов – при артериальной окклюзии предплечья

При визуальном анализе рис. 5 можно сделать вывод о том, что уровень оксигенации крови зависит лишь от внутренних факторов, влияющие на газовый состав транспортируемой крови, такие как глубина дыхания, активность гемоглобина, его количество, парциальное давление и иные, а не от мышечной системы, хотя и она косвенно участвует в транспорте крови по организму (Гранит, 1973; Айзерман, Андреева, 1974).

Представленные данные в определённой мере согласуются с исследованиями, проведенными Е.С. Ашурковой и соавт. (2006) с применением оксигеометра 057-М с ушным датчиком, по меньшей мере в фазовой структуре и графической кривой оксигенации крови при задержке дыхания (рис. 6 А, Б).

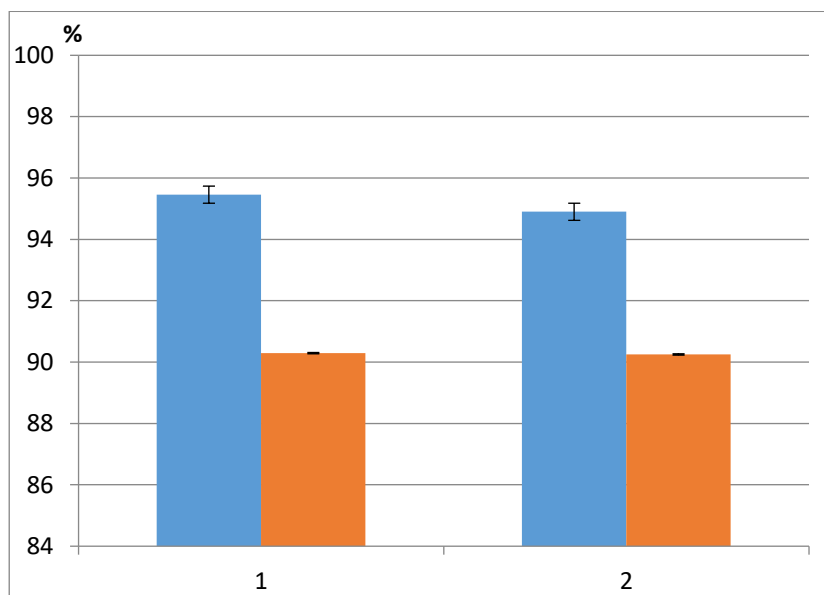
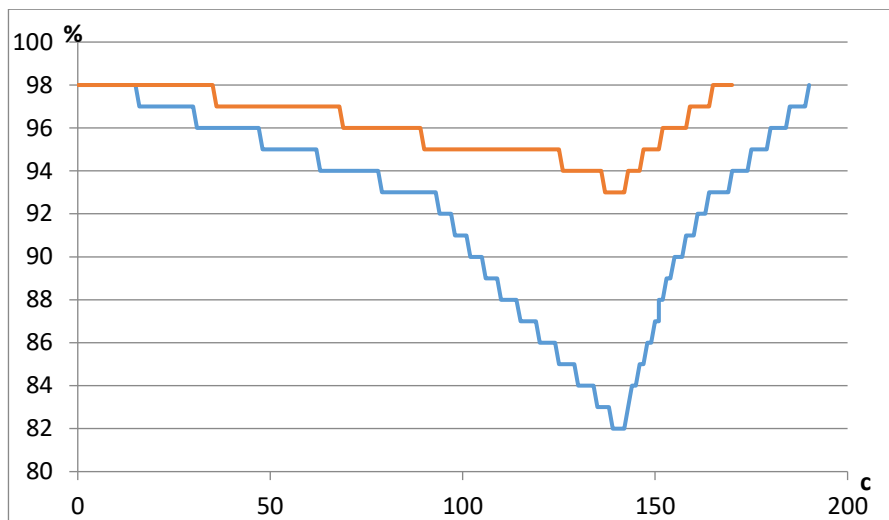


Рис. 4. Усредненный показатель оксигенации крови пальцев правой руки (1) и левой (2) у испытуемых мужчин. Левые части столбцов – в исходном состоянии, правые части столбцов – при артериальной окклюзии предплечья

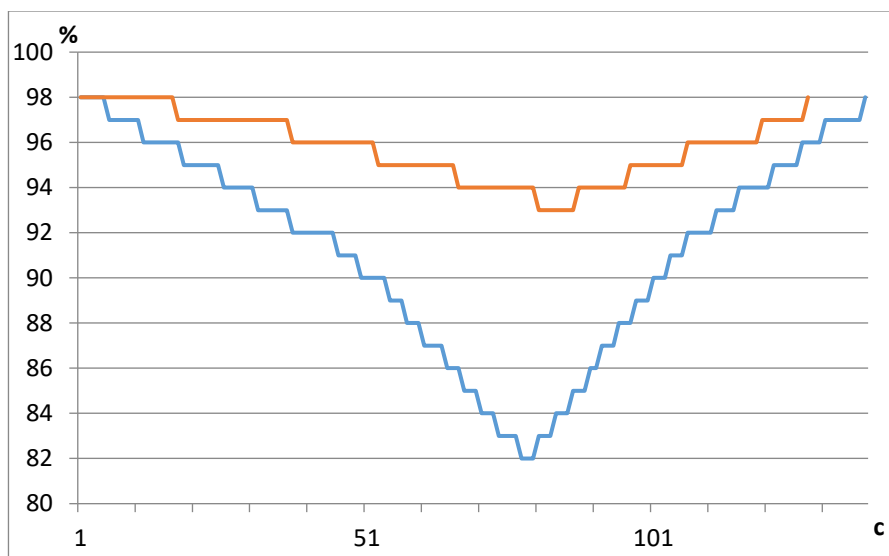
Периодическое восстановление уровня оксигенации крови при нормальных условиях (без наложения турникета) как видно из рисунка 6 А, связано с пополнением запаса кислорода в крови при дыхании, так как кровоток в рабочей конечности без помех. При наложении артериальной окклюзией предплечья (прекращения подачи в рабочую конечность крови) эффект временного восстановления уровня оксигенации исчезает и график (рис. 6 Б) приобретает вид с 2 фазами спада и восстановления оксигенации крови в процессе эксперимента:

- медленная фаза спада (с 98% до 92%)
- быстрая фаза спада (с 92% до 82%)
- быстрая фаза восстановления (с 82% до 92%)
- медленная фаза восстановления (с 92% до 98%)

С продолжением теппинг пробы уровень содержания кислорода в крови падает, что свидетельствует об активной деятельности мышц и высокой скорости потребления мышечной тканью кислорода, связанного гемоглобином крови.



А



Б

Рис. 5. Графики теппинговых движений пальцев рук при окклюзии в режимах относительного покоя (верхняя кривая) и теппинговых движений (нижняя) кривая (А) правой рукой испытуемого Н, 22 лет; при окклюзии в режимах относительного покоя (верхняя кривая) и теппинговых движений (нижняя) кривая (Б) левой рукой испытуемого Р, 21 года

В наших исследованиях короткий временной промежуток восстановления до исходного состояния оксигенации крови, по сравнению с долгим спадом уровня кислорода в работающей

конечности, до появления субъективного утомления, связан с быстрым поступлением крови, обогащенной кислородом, при снятии окклюзии.

Разница в уровне оксигенации крови при наложенной окклюзии между пробой с выполнением теппинг-движений и при относительном покое (рис. 6 В) составляет более 13%. Проба с выполнением ритмической активности пальцев выполнялась раньше, чем при относительном покое и время снятия окклюзии в обеих пробах одинакова и равна величине полученной при 1 режиме выполнения теппинг-движений.

Выводы: 1. Ритмическая работа пальцев рук в определённых заданных нами условиях позволяют рекомендовать теппинговые пробы, как в исходных условиях, так и при окклюзии предплечья, то есть при затруднённом кровотоке в работающей конечности.

2. Установлено, что теппинговые движения пальцев рук могут быть наглядно представлены в виде целого семейства кривых, отражающих функциональное состояние дистального звена руки (кисть и пальцы). Как и любая осциллограмма, теппингограмма кривой пальца подчиняется практически тем же законам, как и любая другая подобная запись (поисковая функция).

3. Испытания теппинга пальцев при локальном затруднённом кровотоке в виде наложения турникета на предплечье не оказывает значительного влияния на двигательную функцию кисти и пальцев. Об этом свидетельствуют данные сравнительного анализа времени работы и времени двигательного цикла, а так же амплитудные характеристики теппингограмм.

4. Типичная теппингограмма, выполняемая до утомления работающих пальцев, представляет собой, в общем, кривую работоспособности, включая в себя периоды вработывания, устойчивой работоспособности и утомления. При этом процесс утомления зависит от состояния нервных центров и от условий локального кровообращения конечности.

5. При тестировании ведущей руки скорость выполнения теппинг-движений и время работы испытуемых выше, тогда как, уровень оксигенации крови, практически не зависит от условий мануальной асимметрии.

Список литературы

- Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснокова С.А.* 2005. Физиология человека. М.: Медицинская книга, Н. Новгород: Изд-во НГМА. 526 с.
- Айзерман М.А., Андреева Е.А.* 1974. Простейший поисковый механизм управления скелетными мышцами // Управление в биологических системах. М., 1974. С. 103-118

- Ашуркова Е.С., Рыжов А.Я., Павленко А.Б.* 2006. Исследование произвольной ритмической активности руки в аспекте сенсомоторной работоспособности // Актуальные проблемы физиологии труда в XXI веке: Всерос. сб. науч. ст. Тверь: ТвГУ. С. 45-52.
- Бернштейн Н.А.* 1966. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М. 245 с.
- Галенок В.А.* 1985. Гипоксия и углеводный обмен. М. с.
- Гранит Р.* 1973. Основы регуляции движений. М.: Мир. 367 с.
- Гречишкин Р.М., Сошин С.С., Комин С.В., Рыжов А.Я., Щербакова Н.Е.* 2005. Физиологическая оценка системы управления произвольными и произвольными движениями руки // Актуальные проблемы физиологии труда. Тверь: ТвГУ. С. 123.
- Левин В.* 2005. Человек, разгадавший тайну живого движения // Наука и жизнь. Вып. 5. С. 3-8.
- Рыжов А.Я.* 1998. Физиолого-гигиеническая оценка сенсомоторной работоспособности человека в условиях прогрессирующей компьютеризации // Медицина труда в третьем тысячелетии: тез. докл. междунар. конф. М. С. 182.
- Степаненкова Н.П.* 1997. Физиологическая оценка сенсомоторной работоспособности человека в условиях лабораторного эксперимента: дис. ... канд. биол. наук. Тверь. 115 с.
- Barker D.* 1966. Muscular afferents and motor control. Stockholm. 51 p.
- Cooper S.* 1960. Structure and function of muscle, 1. N.Y. London. 381 p.

**TEPPING-TEST CHARACTERISTICS OF THE SENSOR-MOTOR-
OPERATIONAL CAPACITY WITH AN IMPAIRED BLOWD FLOW
UNDER THE MANUAL ASYMMETRY
(LETTER 3)**

**A.G. Nalbandyan¹, A.Ya. Ryzhov¹, D.I. Ignatev¹, M.A. Fedin¹,
N.E. Medvedeva², E.A. Belyakova², A.V. Platonov³**

¹Tver State University, Tver

²Gymnasium No. 44, Tver

³Federation of Universal Combat, Moscow

Strength, endurance, speed of muscle contraction and other parameters for each person are individual, especially for the right and left hands, with a relatively small proportion of ambidexters. Naturally, regional movements, as well as features of blood supply and oxygenation of distal muscles should have their own motor and cardiovascular characteristics.

Keywords: *tepping, tepingogram, blood oxygenation, occlusion, hypoxia, hypoxemia, manual asymmetry.*

Об авторах:

НАЛБАНДЯН Айк Грачьевич – аспирант кафедры биологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: bio.biology@tversu.ru.

РЫЖОВ Анатолий Яковлевич – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: bio.biology@tversu.ru.

ИГНАТЬЕВ Данила Игоревич – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: bio.biology@tversu.ru.

ФЕДИН Михаил Андреевич – аспирант кафедры биологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: bio.biology@tversu.ru.

МЕДВЕДЕВА Надежда Евгеньевна – кандидат биологических наук, учитель биологии МОУ СОШ Гимназия № 44, 170043, г. Тверь, Октябрьский пр-т, д. 57, e-mail: bio.biology@tversu.ru.

БЕЛЯКОВА Евгения Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: bio.biology@tversu.ru.

ПЛАТОНОВ Андрей Викторович – главный тренер сборной России по универсальному бою, заслуженный тренер России, 115404, Москва, ул. Рязская, д. 13, к. 1.

Налбандян А.Г. Теппинг-тестовая характеристика сенсомоторной работоспособности при затрудненном локальном кровотоке с учетом мануальной асимметрии (сообщение 3) / А.Г. Налбандян, А.Я. Рыжов, Д.И. Игнатьев, М.А. Федин, Н.Е. Медведева, Е.А. Белякова, А.В. Платонов // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2019. № 2(54). С. 272-280.