

Можете ли вы затормозить себя? Как сказать себе стоп?

Тумялис Алексей Вячеславович,
к.б.н., научный сотрудник
лаборатории Педагогической психофизиологии, ДВФУ

Где это актуально?

Саморегуляция

Психиатрическая
клиника

Неврологическая
клиника

Как это исправить?

Тренировка

Фармакология
Психотерапия

Фармакология
Стимуляция

ПРОЦЕССЫ В НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

АКТИВАЦИЯ

- Относительно легко зарегистрировать

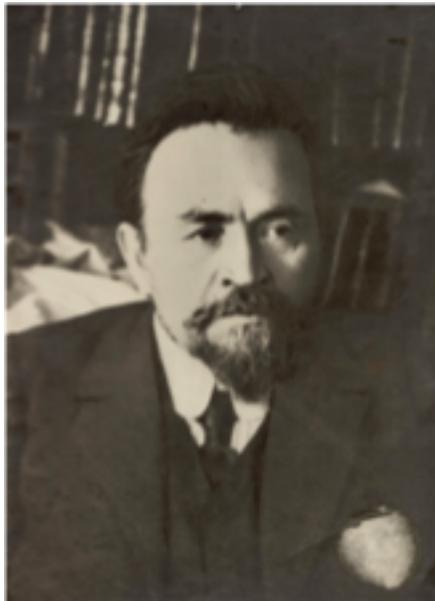
ТОРМОЖЕНИЕ

- Трудно зарегистрировать

НЕМНОГО ИСТОРИИ

Конец 19 - начало 20 века

Введенский Николай Евгеньевич
(1852 - 1922 гг)



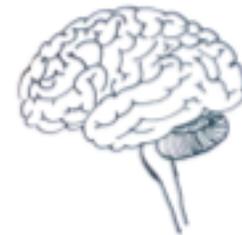
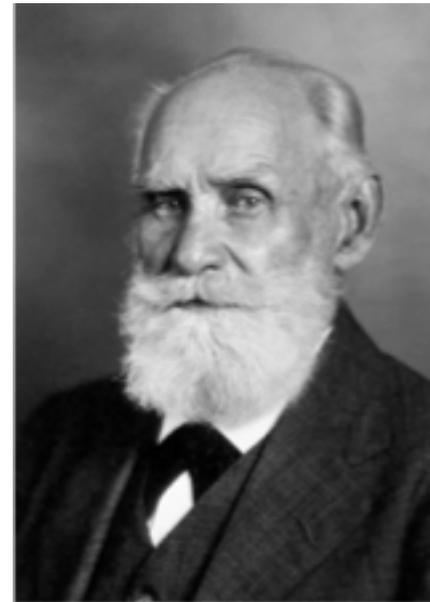
активация

активация

торможение



Павлов Иван Петрович
(1849 - 1936 гг)



активация

торможение



НЕМНОГО ИСТОРИИ

Виды торможения (по ИП Павлову)

- Угасательное
- Дифференцировочное
- Ориентировочное
- Условное
- Запредельное / охранительное

Современные данные

- Когнитивное / моторное
- Реактивное / проактивное
- Task switching coast
- N-2 task

Много разных видов торможения.
Вопрос о природе торможения остается открытым

Торможение - «проклятый вопрос физиологии» (И.П. Павлов)

Анохин Петр Кузьмич
(1898 - 1974 гг)



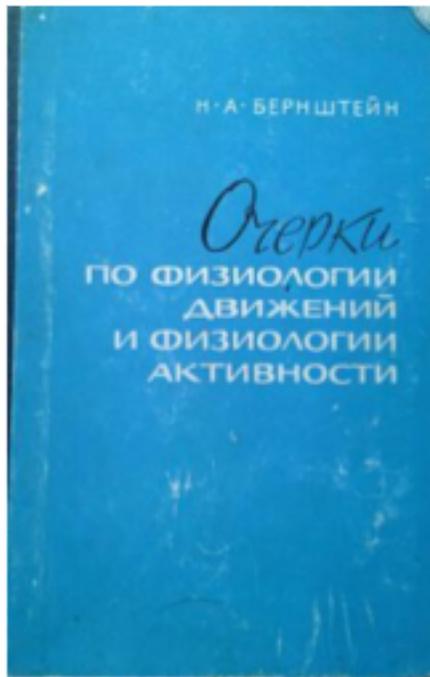
Очевидно, мы должны объяснить не вообще торможение, а вытормаживания деятельности с помощью более сильной деятельности.

Анохин П. К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. — 1968



НЕМНОГО ИСТОРИИ

Бернштейн Николай Александрович
(1986 - 1976 гг)



Optimality principles in sensorimotor control

Emanuel Todorov

NATURE NEUROSCIENCE VOLUME 7 | NUMBER 9 | SEPTEMBER 2004

Уровни построения движения

Уровень тонуса

Уровень синергий

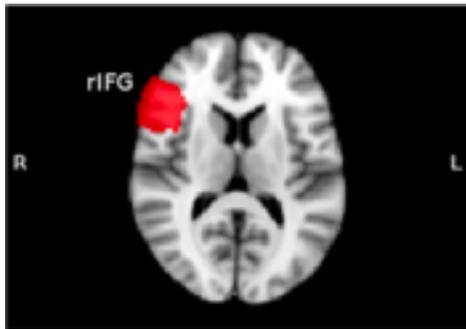
Уровень пространственного поля

Уровень предметных действий

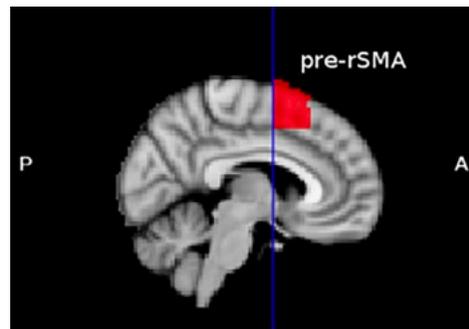
Уровень интеллектуальных двигательных актов

НЕМНОГО ФИЗИОЛОГИИ

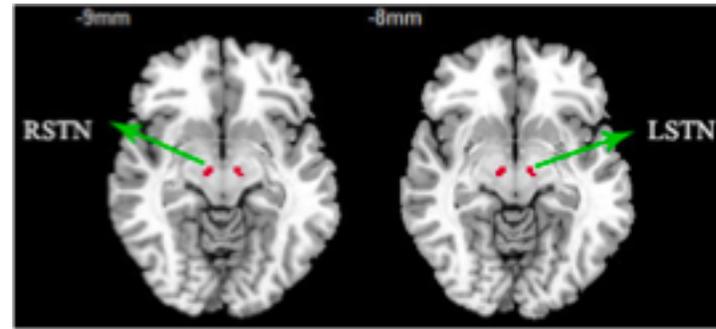
ОБЛАСТИ МОЗГА, АКТИВНОСТЬ КОТОРЫХ СВЯЗАНА С ТОРМОЖЕНИЕМ МОТОРНЫХ РЕАКЦИЙ



Правая нижняя лобная извилина



Пред-дополнительная моторная область коры

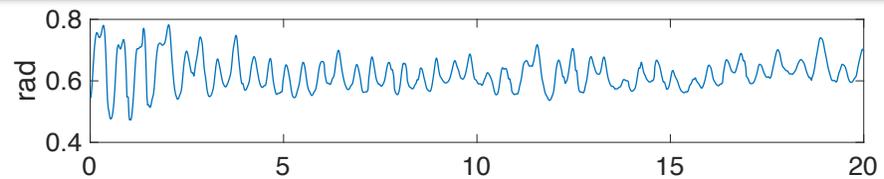


Субталамическое ядро

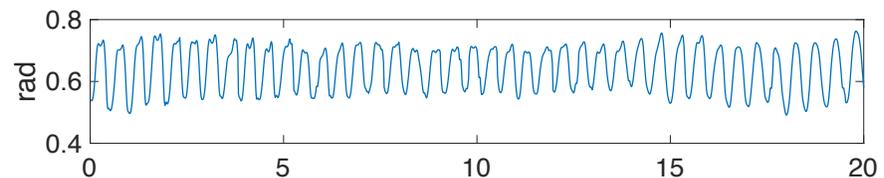
БОЛЕЗНЬ ПАРКИНСОНА



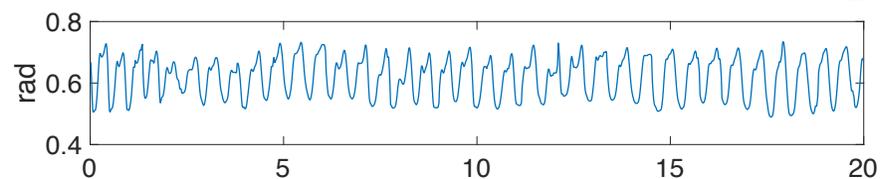
L-DOPA OFF



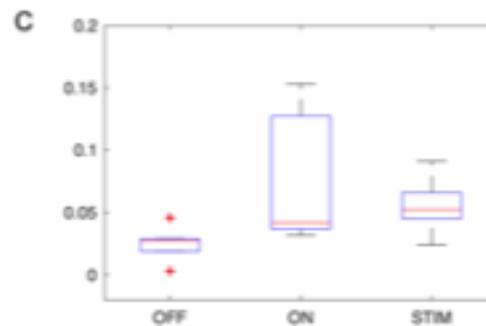
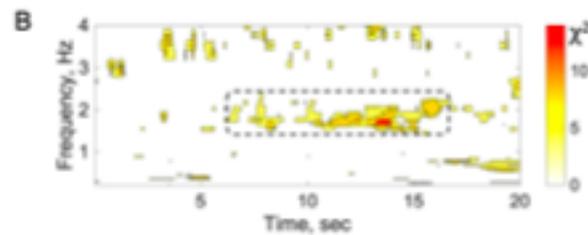
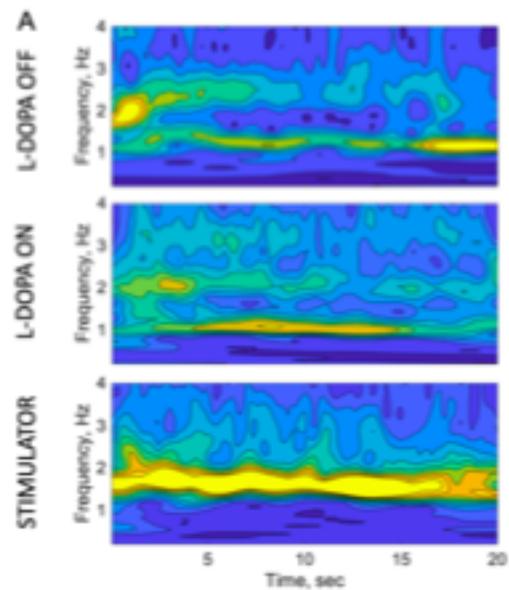
L-DOPA ON



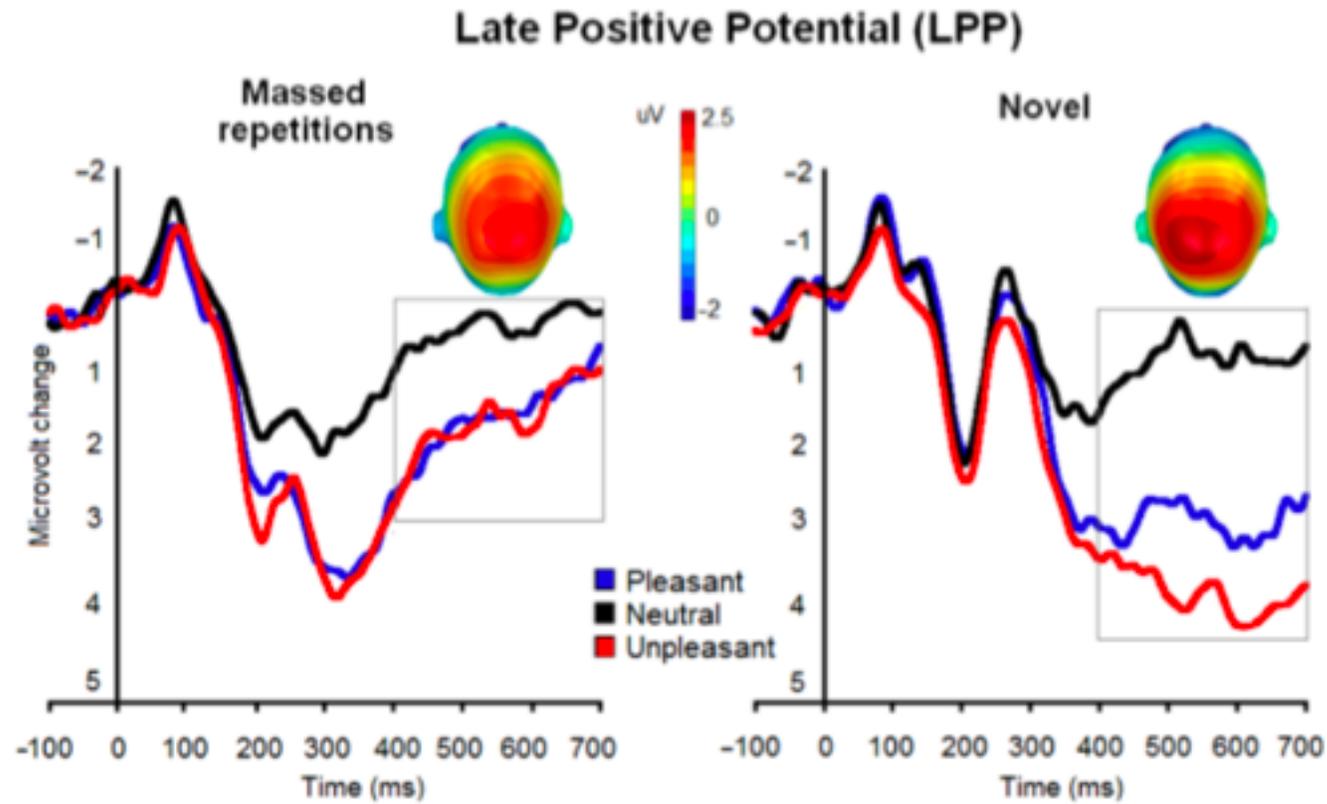
STIMULATOR



Time, sec



УГАСАТЕЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



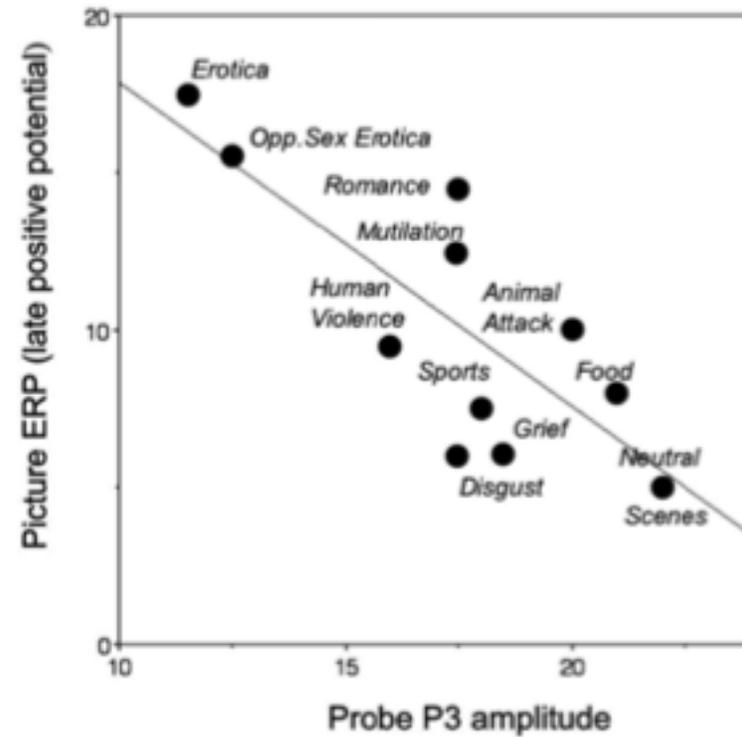
Psychophysiology, 49 (2012), 515–522. Wiley Periodicals, Inc. Printed in the USA.
Copyright © 2012 Society for Psychophysiological Research
DOI: 10.1111/j.1469-8996.2011.01983.x

Repetitive exposure: Brain and reflex measures of emotion and attention

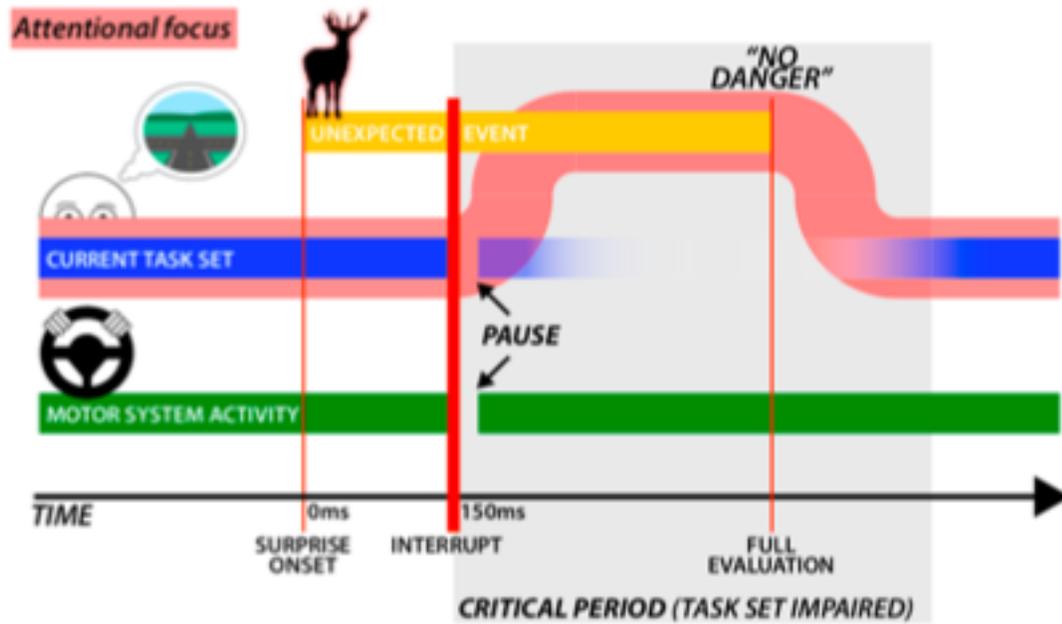
VERA FERRARI,^a MARGARET M. BRADLEY,^a MAURIZIO CODISPOTI,^b AND PETER J. LANG^a

ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ ВНИМАНИЯ

B Acoustic probes and emotional perception

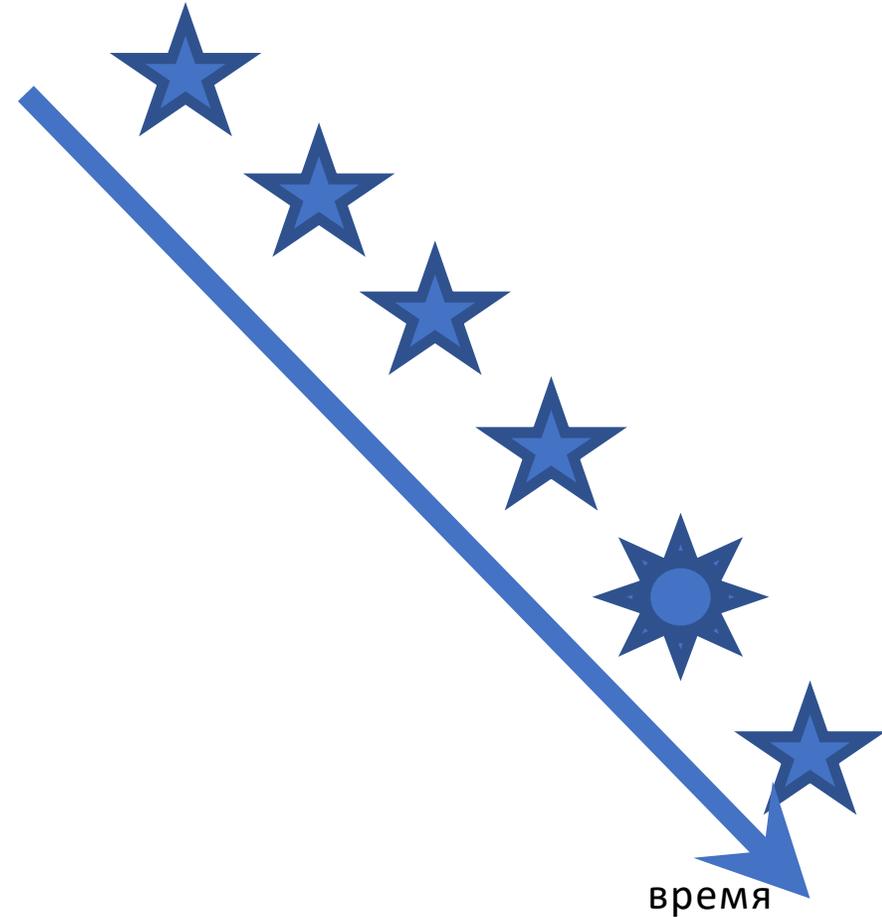


ОРИЕНТИРОВОЧНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



On the Globality of Motor Suppression: Unexpected Events and Their Influence on Behavior and Cognition

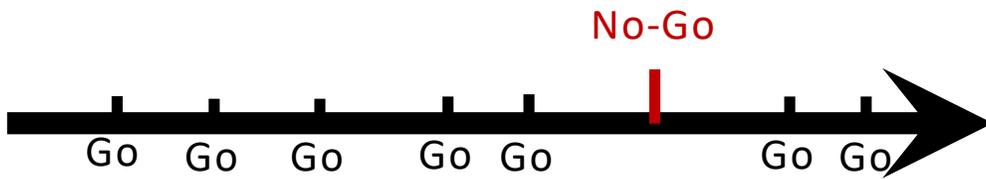
Jan R. Wessel^{1,2,*} and Adam R. Aron³
Neuron 93, January 18, 2017



ПРОИЗВОЛЬНОЕ МОТОРНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ

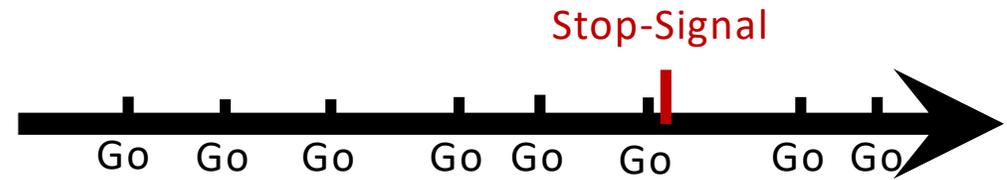
Go/No-Go

Торможение реакции при предъявлении определенного стимула



Stop - Signal

Торможение уже начавшейся реакции

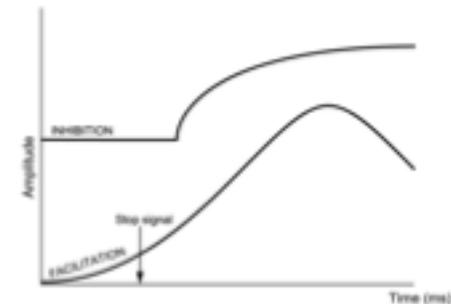
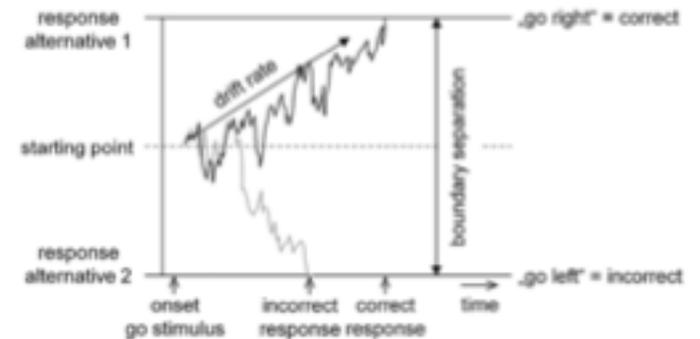
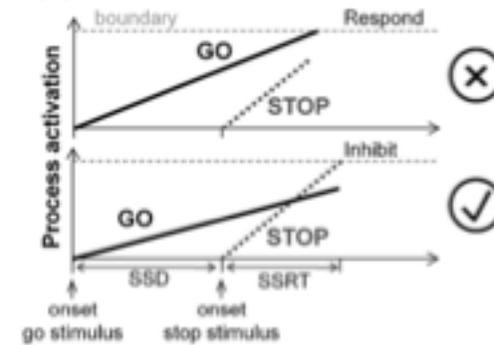


Модели:

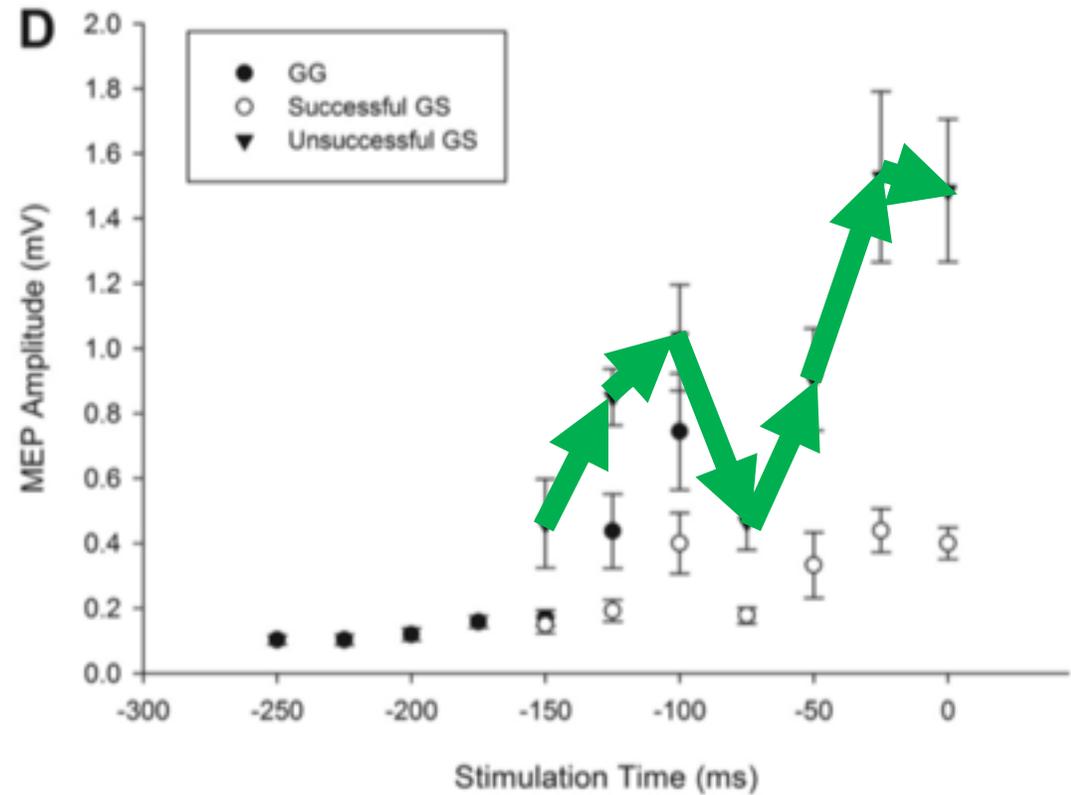
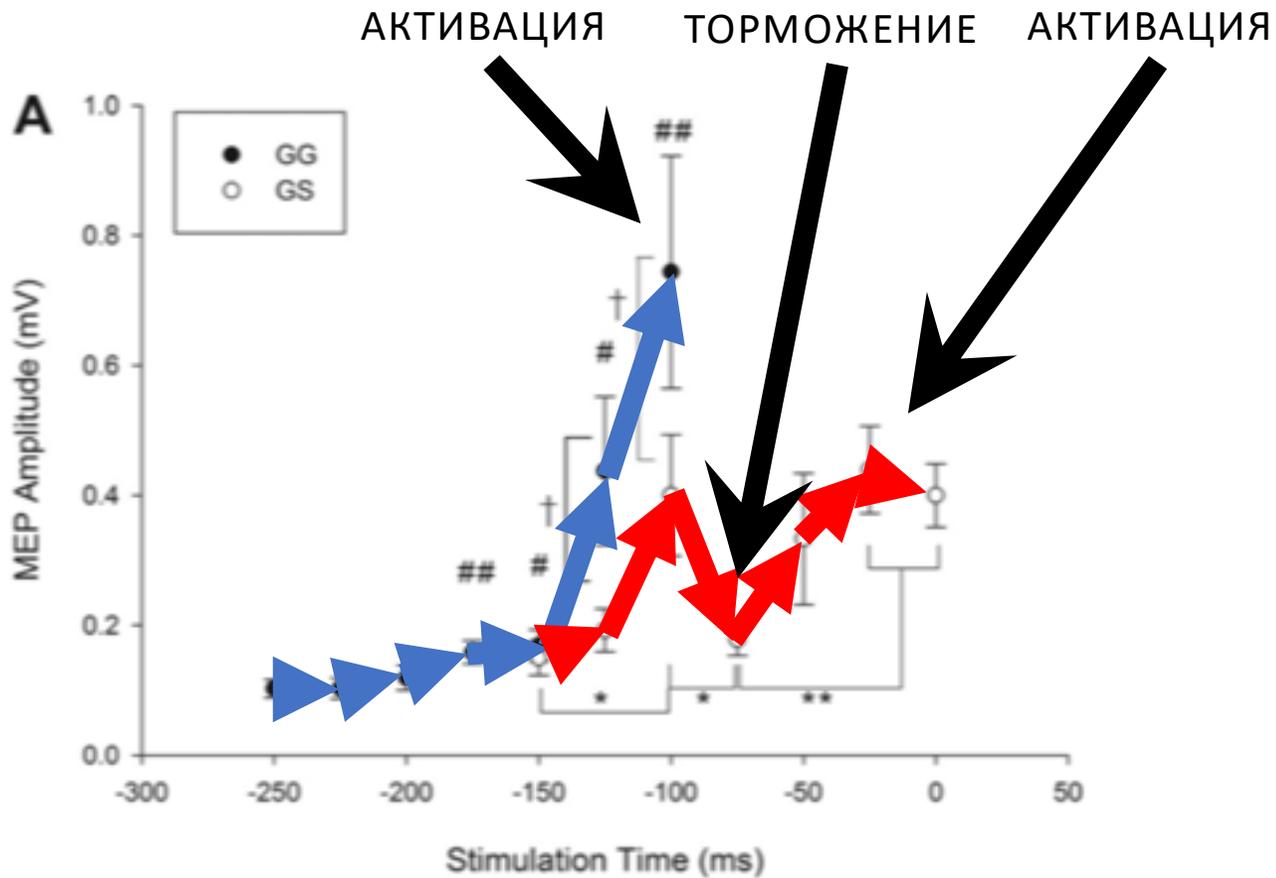
Модель конных скачек

Диффузная модель

Модель активации порога



МОДЕЛЬ АКТИВАЦИИ ПОРОГА



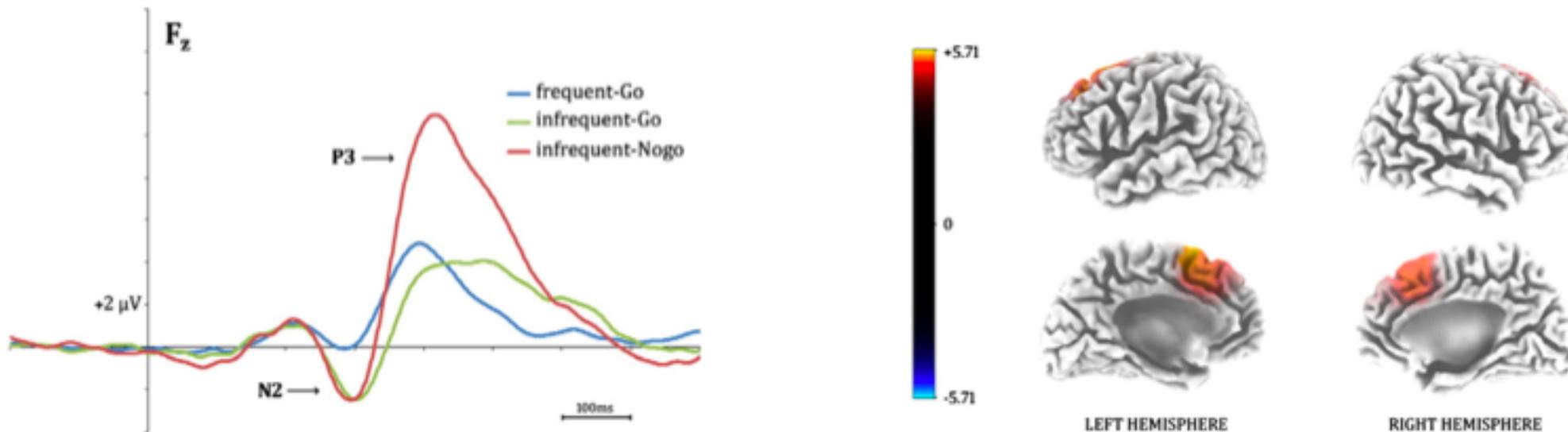
J Neurophysiol 112: 2707–2717, 2014.
First published September 3, 2014; doi:10.1152/jn.00366.2014.

The fall and rise of corticomotor excitability with cancellation and reinitiation of prepared action

ПРОИЗВОЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ

РЕАКЦИИ МОЗГА ОТНОСИТЕЛЬНО НАЧАЛА ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ СТИМУЛА

Активация вызывает торможение????



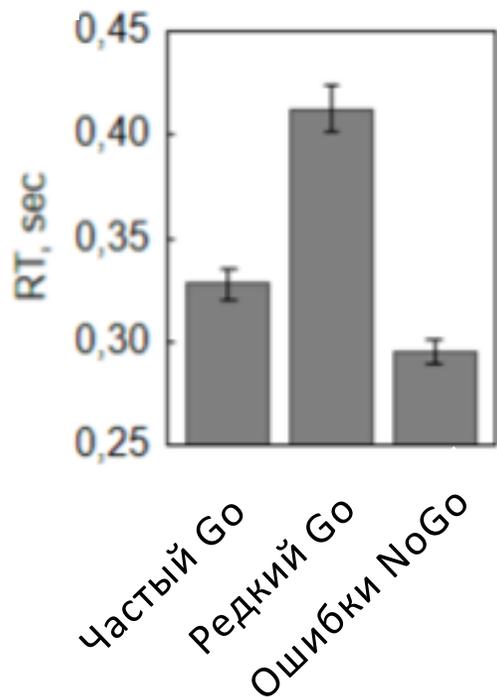
Spatiotemporal characterization of response inhibition

Jacobo Albert ^{a,*}, Sara López-Martín ^b, José Antonio Hinojosa ^{a,c}, Luis Carretié ^b

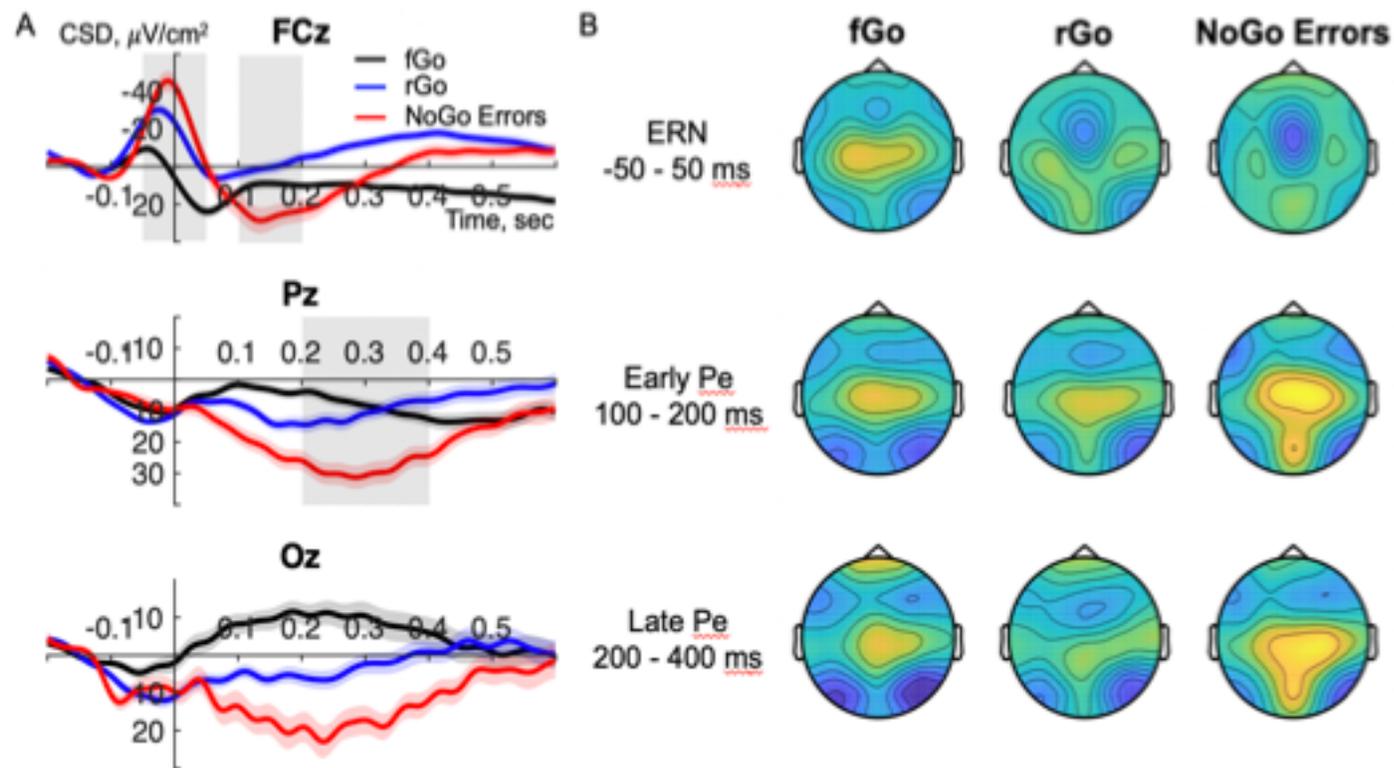
ПРОИЗВОЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ

РЕАКЦИИ МОЗГА ОТНОСИТЕЛЬНО ВРЕМЕНИ МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ

Частые и редкие Go - нажатие на левую кнопку мыши,
NoGo - воздержаться от нажатия

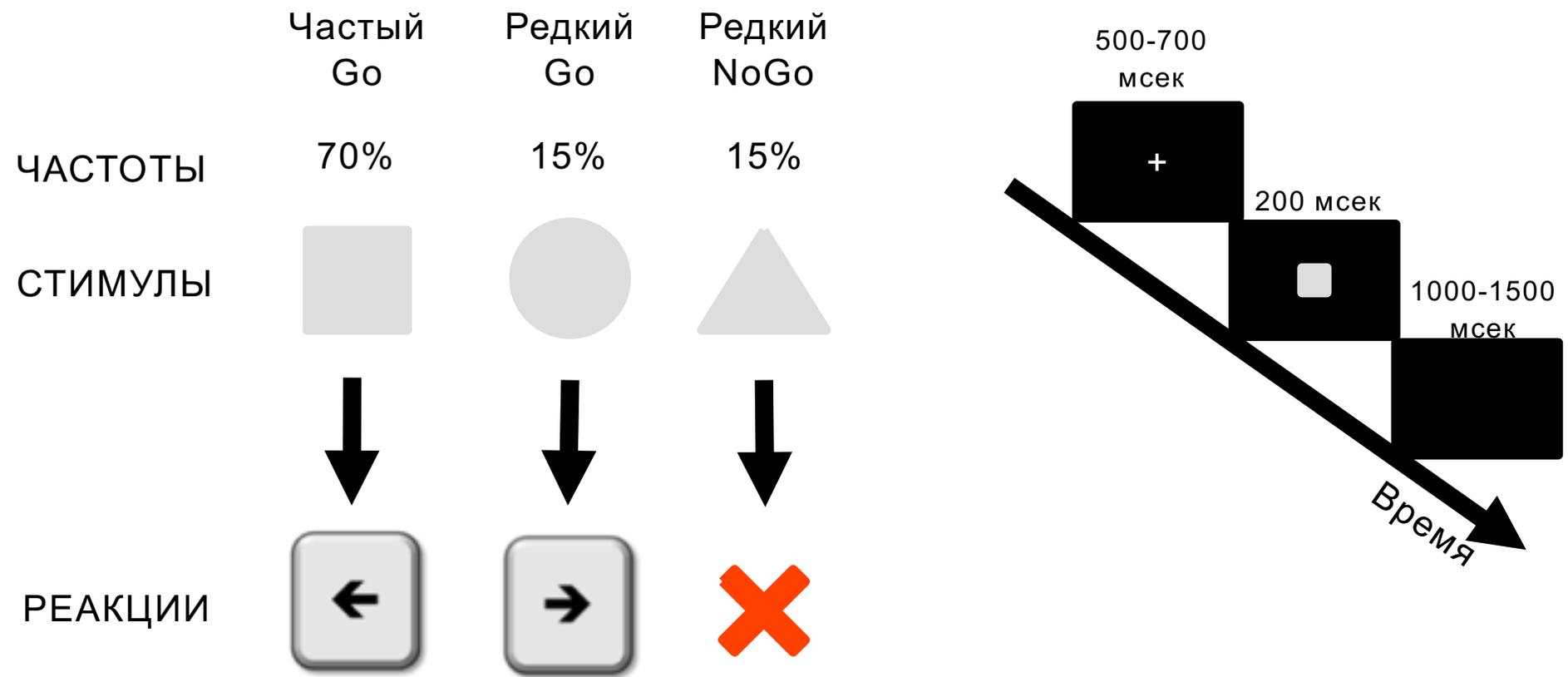


Частый Go: 328 мсек
Редкий Go: 412 мсек
Прирост: 84 мсек



ПРОИЗВОЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ

МЕТОДИКА



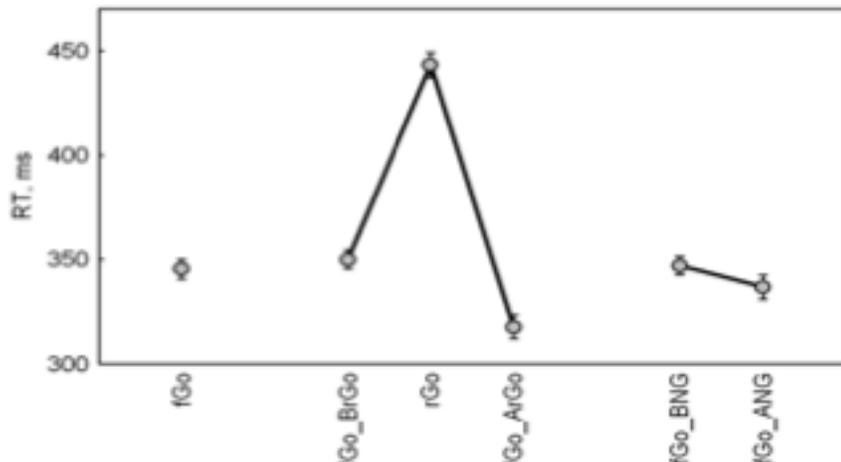
Общее количество стимулов составляло 700 штук

Стимулы предъявлялись в 4 блоках по 175 штук в каждом

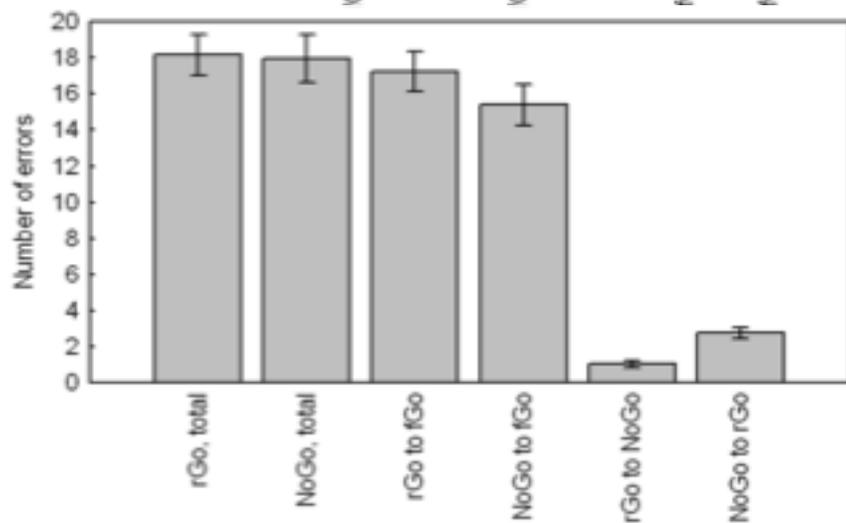
Анализировалось время моторной реакции и количество ошибок

ПРОИЗВОЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ

РЕЗУЛЬТАТЫ



Частый Go: 345 мсек
Редкий Go: 443 мсек
Прирост: 98 мсек



Ошибок на редкие стимулы по 20%

ВЫВОДЫ

1. Необходимость смены ответа не влияет на время реакции, но снижает точность
2. Точность при смене ответа и при торможении ответа не различается
3. Переключение моторной реакции более подвержено влиянию доминантной реакции по сравнению с торможением реакции

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

- **Торможение - сложный процесс, включающий активацию определенных областей коры мозга и процессы внимания**
- **Торможение - активный процесс и требует усилий**
- **Для эффективного торможения требуется тренировка, увеличение ценности торможения и переключение внимания.**