

# Emotional arousal enhances word repetition priming

Laura A. Thomas and Kevin S. LaBar

*Duke University, Durham, USA*

Correspondence should be addressed to Kevin S. LaBar, Center for Cognitive Neuroscience, Box 90999, Duke University, Durham, NC 27708-0999, USA; E-mail: [klabar@duke.edu](mailto:klabar@duke.edu)

We thank Susan Bothwell, Reiko Graham, and Lisa Gatti for assistance in running the experiment and Elizabeth A. Phelps for providing word norms. This work was supported in part by NIH grant R01 DA14094, the Alzheimer's Association New Investigator Award NIRG-04-1081 to K.S.L., and a NSF CAREER award to K.S.L.

Three experiments were conducted to determine if emotional content increases repetition priming magnitude. In the study phase of Experiment 1, participants rated high-arousing negative (taboo) words and neutral words for concreteness. In the test phase, they made lexical decision judgements for the studied words intermixed with novel words (half taboo, half neutral) and pseudowords. In Experiment 2, low-arousing negative (LAN) words were substituted for the taboo words, and in Experiment 3 all three word types were used. Results showed significant priming in all experiments, as indicated by faster reaction times for studied words than for novel words. A priming x emotion interaction was found in Experiments 1 and 3, with greater priming for taboo relative to neutral words. The LAN words in Experiments 2 and 3 showed no difference in priming magnitude relative to the other word types. These results show selective enhancement of word repetition priming by emotional arousal.

## Эмоциональное возбуждение улучшает прайминг повторения слов.

Лаура А. Томас и Кевин С. ЛаБар

Было проведено три эксперимента, чтобы определить, увеличивают ли эмоции величину прайминга повторения. В фазе исследования 1-го эксперимента, участники оценили высоко эмоционально заряженные отрицательные (запретные) слова и нейтральные слова. На этапе испытаний они выполнили лексические категоризации изученных, новых слов (половина табу, половина нейтральные) и псевдослов. В Эксперименте 2, запретные слова заменили низко эмоционально заряженными (НЭЗ) отрицательными словами, в Эксперименте 3 использовались все три типа слов. Результаты показали существенный прайминг во всех экспериментах, более быстрое время реакции на изученные слова, чем на новые. Прайминг x эмоциональное взаимодействие было найдено в Экспериментах 1 и 3, с большим праймингом для табу относительно нейтральных слов. Слова НЭЗ в Экспериментах 2 и 3 не показали различия в величине прайминга относительно других типов слова. Эти результаты показывают избирательное повышение прайминга повторения слова эмоциональным пробуждением.

Главная цель данного исследования состояла в том, чтобы исследовать влияние эмоционального пробуждения на прайминг повторения. Есть несколько различных форм прайминга, у которых есть различные рабочие характеристики и зависимости от различных отделов головного мозга (Fleischman & Gabrieli, 1995; Schacter & Buckner, 1998). Например, семантический прайминг прибегает к помощи в работе с целевым стимулом при предшествующей презентации стимула, который связан с предыдущим по значению (Neely, 1991). Семантический прайминг - недолгое явление, найденное только при маленьких стимулах.

В отличие от краткосрочных семантических эффектов прайминга, долгосрочные эффекты прайминга, как предполагается, установлены оживлением представлений стимула в коре головного мозга (Schacter & Badgaiyan, 2001). Метод стимулирования долгосрочного прайминга - повторение

пункта (Fleischman & Gabrieli, 1998; Squire, Knowlton, & Musen, 1993). Типичная задача прайминга повторения пункта разделена на две фазы, фазу исследования и этап испытаний. На этапе испытаний материал от фазы исследования повторен наряду с новым материалом, и участники делают познавательное или перцепционное суждение о каждом представленном стимуле независимо от предшествующего эпизода исследования. Прайминг обычно наблюдается на этапе испытаний как уменьшение времени реакции в ответах на старые (изученные) пункты относительно новых пунктов.

Авторы статьи выдвинули гипотезу, что все эксперименты покажут главный эффект прайминга для изученных в отличие от новых слов. Далее, учёные «предсказали» прайминг х эмоциональное взаимодействие в Экспериментах 1 и 3, такой, что запретные слова покажут большую величину прайминга, чем нейтральный и НЭЗ слова.

## **Эксперимент 1**

### **Участники**

В общей сложности 55 взрослых (32 женщины, 23 мужчины) участвовали в этом эксперименте (средний возраст = 21 год; возрастной диапазон = 18-28 лет). Из участников 76 % были студентами университета Герцога, которые приняли участие в исследовании за кредит курса. Остающиеся участники были студентами университета Герцога принятыми на работу через отправленные рекламные объявления и вознаграждались по норме \$10/час.

### **Проект и процедура**

Было две фазы в этом эксперименте, фаза исследования и этап испытаний. В фазе исследования участникам показали 15 табу и 15 нейтральных слов по одному в центре экрана компьютера в течение 3000 миллисекунд, с интервалом между стимулами 500 миллисекунд. Слова были представлены в жирном шрифте Ariel по середине серого фона. Участников попросили семантически категоризировать слово или как "конкретное" или как "абстрактное". Участники были проинструктированы отвечать так быстро и настолько точно насколько возможно. Участников в случайном порядке отправляли на одну из четырех версий задачи. Была задержка 1 минуты прежде, чем этап испытаний начинался.

Во время этапа испытаний эксперимента участникам дали те же самые 30 слов от фазы исследования, наряду с 15 новыми табу и 15 новыми нейтральными словами. Шестдесят не слов были также включены на этапе испытаний. Участники категоризировали то, что было представлено на экране или как слово или как не слово. Визуальный формат слов был идентичен тому, что был в фазе исследования. Слово осталось на экране, пока участник не сделал ответ. Если участники не отвечали в пределах 3 сек. испытание автоматически шло дальше. Участники были проинструктированы отвечать так быстро и настолько точно насколько возможно, когда стимул появился на экране. Полное время тестирования составляло приблизительно 20 мин.

### **Статистические методы**

*Фаза исследования.* Данные времени ответа фазы исследования были проанализированы соединенным t-тестом как функция эмоциональной категории (запретные, нейтральные). Для этапа испытаний время ответа было проанализировано повторными мерами ANOVA с эмоцией (запретные, нейтральные) и память (primed, , novel). Уровни точности были почти максимальные во всех экспериментах и не рассмотрены далее. Альфа-уровни.05 использовались, чтобы определить значение для всех статистических исследований.

*Этап испытаний.* На этапе испытаний главный эффект прайминга был определен количественно значительно короче RTs изученных словам по сравнению с новыми словами. Величина эффекта прайминга была далее исследована как функция эмоционального содержания (прайминг х эмоциональное взаимодействие). Влияние эмоции на прайминг была бы замечена, как увеличение величины прайминга для табу по сравнению с нейтральными словами.

### **Результаты**

*Фаза исследования.* Анализ данных RTs от фазы исследования показал главный эффект эмоции. Участники потратили больше времени, чтобы семантически категоризировать запретные слова ( $\text{mean} + \text{SEM} = 1304 + 39 \text{ ms}$ ) чем нейтральные слова ( $\text{mean} + \text{SEM} = 1183 + 33 \text{ ms}$ ),  $t(54) = 5.99$ ,  $p < .0001$ . Соответствие между оценками участников и базой данных MRC было вычислено как процент от оценок участников, которые согласились с таковыми из базы данных MRC. Средняя норма соответствия для нейтральных слов в Эксперименте 1 составляла 79 %. Было только четыре из запретных слов в базе данных MRC, но среднее соответствие этих слов составляло 76 %. Соединенный t-тест не показал существенного различия между оценками конкретности нейтральных и запретных слов в базе данных MRC и оценками участников эксперимента ( $p > .99$ ). Не было, также, никакого существенного различия между нормами соответствия для запретных и нейтральных слов,  $t(2) = 0.95$ ,  $p < .52$ . Снова, эти ценности квалифицированы фактом, что очень немногие (только 4) запретные слова были найдены в базе данных MRC.

*Этап испытаний.* 2 x 2 повторных меры ANOVA, вычисленный на RTs от этапа испытаний, показали главный эффект прайминга,  $t(54) = 65.46$ ,  $p < .0001$ , и эмоция x взаимодействие прайминга,  $t(54) = 6.08$ ,  $p < .02$ . Главный эффект прайминга указывает, что, в целом, участники ответили быстрее на изученные слова, чем на новые. Однако, этот главный эффект был квалифицирован взаимодействием, которое показало большие величины прайминга для запретных слов (9 %), чем для нейтральных слов (6 %) (иллюстрация 1). Поскольку RTs были более длинными для нового табу против новых нейтральных слов на этапе испытаний,  $t(54) = 2.54$ ,  $p < .01$ , пропорциональное множество прайминга было также проанализировано. Результаты показали существенный эффект эмоции,  $t(54) = 4.11$ ,  $p < .05$ , с большим пропорциональным праймингом для запретных слов, чем нейтральных слов. Таким образом, сходящиеся данные и от абсолютных и от пропорциональных мер по праймингу указывают повышение величины прайминга эмоцией.

## Обсуждение

Эксперимент 1 показал большой прайминг повторения слова для запретных по сравнению с нейтральными словами. Хотя запретные и нейтральные списки слов равнялись по семантической связанности и другим лингвистическим признакам, неизвестно, была ли модуляция прайминга основана на пробуждении или свойствах валентности запретных слов. Манипуляция пробуждения и валентности могла также влиять на RTs фазы исследования и соответствующие отношения между RTs фазы исследования и величиной прайминга. Чтобы разъяснить эти проблемы, Экспериментом 2 управляли, используя низко пробуждающееся отрицание (НЭЗ) слова вместо запретных слов. Запретные слова в Эксперименте 1 и отрицательные слова в Эксперименте 2 отличались по их свойствам пробуждения, но не их валентности. Таким образом, основной эмоциональный фактор, влияющий на расширенный прайминг для запретных слов в Эксперименте 1, мог быть более точно идентифицирован — запретные слова выявляли большой прайминг, чем нейтральные слова, потому что они чрезвычайно эмоционально заряжены или просто, потому что они были отрицательно валентны.

## Эксперимент 2

### Участники

В общей сложности 53 взрослых (33 женщины, 20 мужчин) участвовали в этом эксперименте (средний возраст = 22 года; возрастной диапазон = 18-31 год). Применялись те же самые критерии, как в Эксперименте 1. Ни один из участников не был в Эксперименте 1.

### Материалы

Методы были тем же самым как в Эксперименте 1, за исключением того, что 30 слов НЭЗ использовались вместо 30 запретных слов.

### Проект, процедура, статистические методы

Экспериментальный дизайн и процедуры были тем же самым как в Эксперименте 1. Те же самые статистические методы использовались как в Эксперименте 1.

## Результаты

*Фаза исследования.* Данные времени реакции от фазы исследования показали главный эффект эмоции. Участники потратили больше времени, чтобы семантически категоризировать слова НЭЗ ( $\text{mean} + \text{SEM} = 1127 + 34 \text{ ms}$ ), чем нейтральные слова ( $\text{mean} + \text{SEM} = 1032 + 32 \text{ ms}$ ),  $t(49) = 4.60$ ,  $p < .0001$ . Нормы соответствия между оценками участников и базой данных MRC составляли 84 % для нейтральных слов и 66 % для НЭЗ слов. Как заявлено ранее, не было никакого существенного различия между оценками конкретности базы данных MRC для нейтральных слов и слов НЭЗ. Однако, было существенное различие между оценками предметов нейтральных и НЭЗ слов,  $t(26) = -4.65$ ,  $p < .0005$ , слова НЭЗ были оценены как более абстрактный.

*Этап испытаний.* ANOVA, вычисленный на абсолютном множестве прайминга на этапе испытаний, показал главный эффект прайминга,  $F(1,49) = 40.75$ ,  $p < .0001$ . Главный эффект прайминга указывает, что, в целом, участники ответили быстрее на изученные слова, чем на новые (величина прайминга на 5.5 %, в среднем) (иллюстрация 2). Не было никакой существенной эмоции  $\times$  взаимодействие прайминга,  $F < 1$ . Поскольку RTs к новым отрицательным словам было значительно больше, чем к новым нейтральным словам,  $t(49) = 4.27$ ,  $p < .0001$ , пропорциональное множество прайминга было также проанализировано. Результаты не показали эффекта эмоции на величину прайминга,  $F < 1$ . Таким образом, сходящиеся данные и от абсолютных и от пропорциональных мер по праймингу не показывают взаимодействия между эмоциональной категорией и праймингом.

## Обсуждение

Эксперимент 2 показал главный эффект прайминга, указывая, что участники ответили быстрее на изученные в противовес новым словам. Слова НЭЗ, используемые в Эксперименте 2, равнялись к запретным словам в Эксперименте 1 по валентности, но не по силе побуждения. Все вместе, эти результаты предполагают, что прайминг запретных слов в Эксперименте 1 был связан с их высокими побуждающими свойствами, а не просто их отрицательной валентностью.

Хотя Эксперимент 1 продемонстрировал значительно больший прайминг для табу по сравнению с нейтральными словами и Эксперимента 2 не показало различия в величинах прайминга между нейтральными и словами НЭЗ, они были различными экспериментами с различными группами испытуемых. Прямой анализ между экспериментами показал существенную эмоцию  $\times$  прайминг  $\times$  эксперимент (Эксперименты 1 и 2) взаимодействие,  $F(1,103) = 4.27$ ,  $p < .05$ , с существенной эмоцией  $\times$  взаимодействие прайминга, наблюдаемое только для предметов в Эксперименте 1. Чтобы подтвердить эти результаты, необходимо провести исследование, включающее все три категории слова (Эксперимент 3).

## Эксперимент 3

### Участники

В общей сложности 63 взрослых (36 женщин, 27 мужчин) участвовали в этом эксперименте (средний возраст = 20.5; возрастной диапазон = 18-30 лет). Ни один из участников не был в Экспериментах 1 или 2. Применялись те же самые критерии, как и в Экспериментах 1 и 2.

### Материалы

Те же самые нейтральные слова от Экспериментов 1 и 2 использовались, так же как запретные слова от Эксперимента 1 и слова НЭЗ от Эксперимента 2. Псевдослова были теми же самыми во всех трех экспериментах.

### Проект, процедура, статистические методы

Экспериментальный дизайн был тем же самым как в Экспериментах 1 и 2, за исключением того, что все три категории слова были представлены вместе. В фазе исследования участникам

показали 15 табу, 15 НЭЗ и 15 нейтральных слов. На этапе испытаний, участникам показали те же самые 45 слов от фазы исследования, наряду с 15 новыми табу, 15 новыми НЭЗ и 15 новыми нейтральными словами. Те же самые 60 псевдослов были также включены на этапе испытаний, которые использовались в Экспериментах 1 и 2.

Статистических метода были тем же самым как в Экспериментах 1 и 2 за исключением того, что все три категории слова были включены в исследования.

### Результаты

*Фаза исследования.* Оценки конкретности, сделанные участниками фазы исследования, были по сравнению со взятыми от базы данных MRC. Средние нормы соответствия были следующие: нейтральные слова (60 %), слова НЭЗ (80 %) и запретные слова (68 %). Не было никаких существенных различий между оценками конкретности нейтральных, НЭЗ и запретных слов в базе данных MRC (all  $t_s < 1$ ). Однако, было существенное различие в субъективных оценках участников между нейтральными и словами НЭЗ,  $t(29) = -5.96$ ,  $p < .0001$ . Слова НЭЗ были оценены, как более абстрактные. Участники также оценили запретные слова как более конкретные, чем слова НЭЗ,  $t(29) = -3.44$ ,  $p < .002$ .

Данных RTs от фазы исследования показали главный эффект эмоции,  $F(2, 124) = 28.77$ ,  $p < .0001$ . Все hoc тесты была статистически существенными. У участников заняло больше времени, чтобы семантически категоризировать слова НЭЗ ( $\text{mean} + SEM = 1271 + 28 \text{ ms}$ ), чем нейтральные слова ( $\text{mean} + SEM = 1189 + 25 \text{ ms}$ ),  $t(62) = 4.33$ ,  $p < .0001$ . Участники потратили больше времени, чтобы семантически категоризировать запретные слова ( $\text{mean} + SEM = 1345 + 29 \text{ ms}$ ), чем слова НЭЗ,  $t(62) = 3.15$ ,  $p < .005$ . Участники потратили больше времени, чтобы семантически категоризировать запретные слова, чем нейтральные слова,  $t(62) = 8.30$ ,  $p < .0001$ .

*Этап испытаний.* А 2х3 повторных меры ANOVA, вычисленный на абсолютном множестве прайминга от этапа испытаний, показал главный эффект прайминга,  $F(1, 62) = 55.71$ ,  $p < .0001$ , и тенденция для эмоции x взаимодействие прайминга,  $F(2, 164) = 2.73$ ,  $p = .07$  (иллюстрация 3). Главный эффект прайминга указывает, что, в целом, участники ответили быстрее на изученные слова, чем на новые. Однако, этот главный эффект был квалифицирован взаимодействием, которое показало большие абсолютные величины прайминга только для запретных слов по сравнению с нейтральными словами,  $t(62) = 2.32$ ,  $p < .02$ . Абсолютные величины прайминга между НЭЗ и нейтральными словами не были значительно различны,  $t(62) = 0.92$ ,  $p = .4$ , не было различий в прайминге между НЭЗ и запретными словами,  $t(62) = 1.34$ ,  $p = .18$ . Поскольку было полное существенное различие для RTs к новым словам на этапе испытаний,  $F(2, 124) = 8.75$ ,  $p < .0001$ , пропорциональное множество прайминга было также проанализировано. Взаимодействие между пропорциональным праймингом и типом слова не было существенным,  $F(2, 124) = 2.1$ ,  $p = .13$ . Однако, было существенное различие в пропорциональном прайминге между запретными и нейтральными словами,  $t(62) = 2.03$ ,  $p < .05$ . Пропорциональная величина прайминга для слов НЭЗ не значительно отличалась от любого нейтральные слова,  $t(62) = 0.92$ ,  $p = .4$ , ни запретные слова,  $t(62) = 1.4$ ,  $p = .2$ .

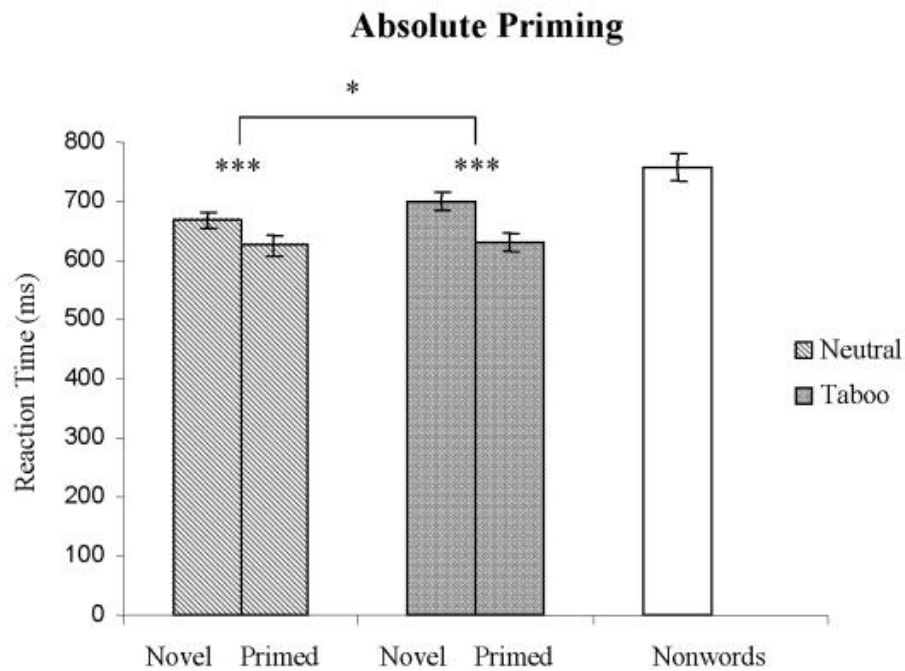
### Обсуждение

Результаты Эксперимента 3 поддерживают данные Экспериментов 1, и 2. Выявлен большой прайминг запретных слов, чем нейтральных, тогда как слова НЭЗ не показали различий величины прайминга относительно других категорий слова.

Как в Экспериментах 1 и 2, результаты держались и для абсолютных и для пропорциональных мер по праймингу.

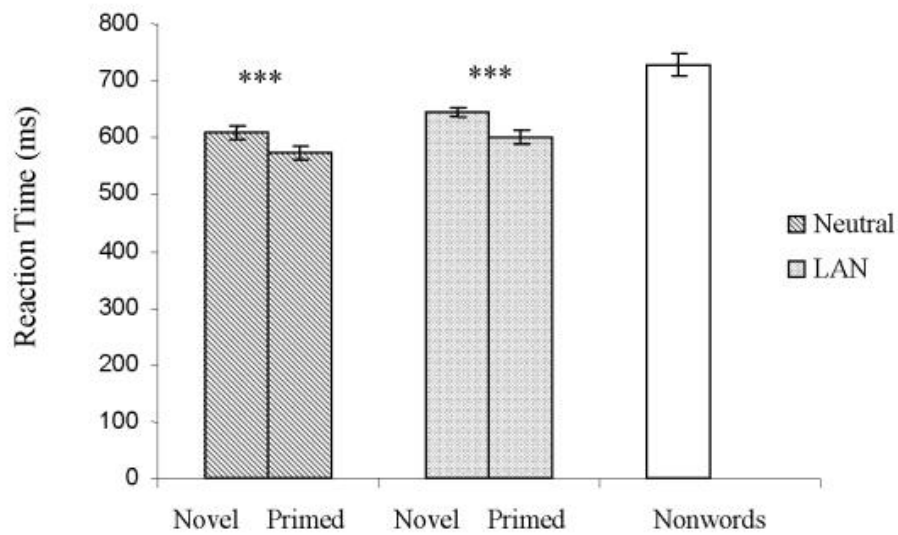
TABLE 1  
Mean valence and arousal ratings ( $\pm$  SEM), and word lists for taboo, low-arousing negative (LAN), and neutral words.

Word type	Valence	Arousal	Word lists
Taboo	3.49 (0.24)	3.88 (0.04)	anus, bitch, cancer, cum, cunt, dildo, ejaculate, faggot, feces, fuck, hate, herpes, incest, kill, murder, mutilate, nigger, nipple, orgasm, orgy, penis, plague, pussy, rape, schlong, slut, suicide, tits, tumor, twat
LAN	3.40 (0.07)	2.85 (0.11)	angry, bastard, blister, blood, burn, crash, crisis, destroy, detest, doom, fire, fright, grime, handicap, impair, inferior, lazy, meek, mucus, obesity, piss, pity, slave, sorrow, tense, threat, vacate, vomit, waste, weep
Neutral	1.33 (0.06)	1.60 (0.09)	advisor, aisle, bar, bass, belief, branch, cafe, column, desk, drawing, fabric, flag, inch, jacket, layer, league, lever, owner, patrol, pond, poster, quart, saddle, scan, seller, shade, thumb, truck, viewer, wire



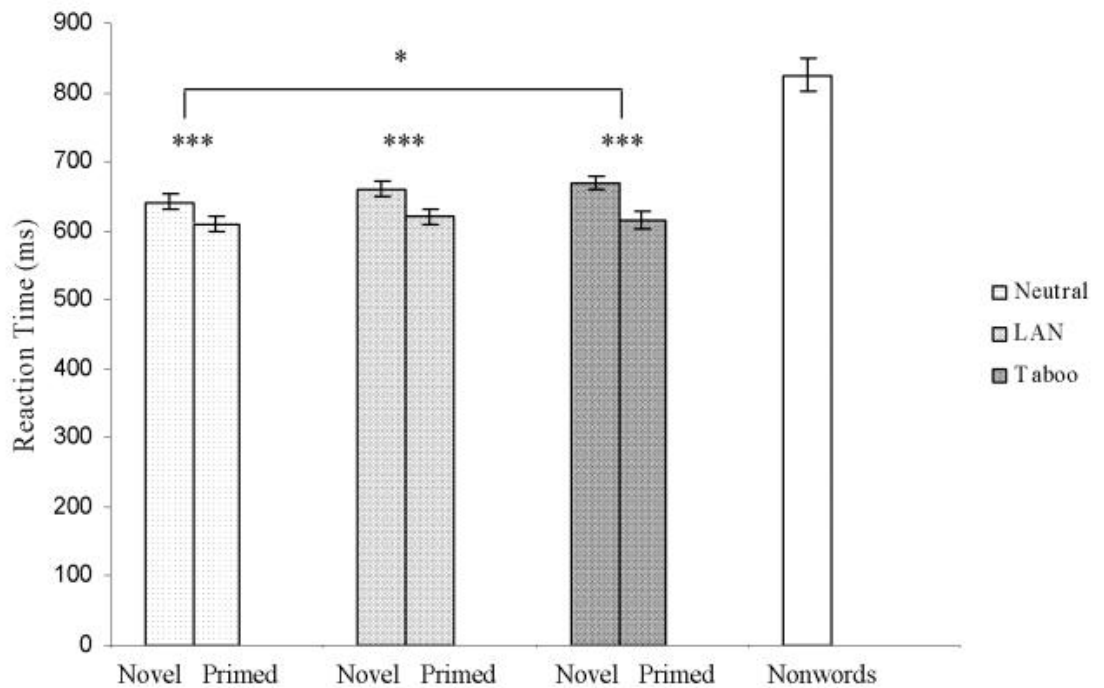
**Figure 1.** Word repetition priming for taboo and neutral words (Experiment 1). Priming is shown for absolute reaction time (RT) scores. There is a significant emotion  $\pm$  priming interaction. Error bars indicate SEM. \* $p < .05$ ; \*\*\* $p < .0001$ .

### Absolute Priming



**Figure 2.** Word repetition priming for low-arousing negative (LAN) and neutral words (Experiment 2). Priming is quantified using absolute reaction time (RT) scores. There is no significant emotions  $\times$  priming interaction. Error bars indicate SEM. \*\*\* $p < .0001$ .

### Absolute Priming



**Figure 3.** Word repetition priming for taboo, low-arousing negative (LAN) and neutral words (Experiment 3). Priming is quantified using absolute reaction time (RT) scores. There is a significant difference between the absolute and proportional priming magnitudes for neutral and taboo words only. Error bars indicate SEM. \* $p < .05$ ; \*\*\* $p < .0001$ .