

Nestor Schmajuk, Dyana R. Aziz, and Margaret J. B. Bates
Duke University

Abstract:

An existing attentional–associative model of classical conditioning is applied to the description of the mechanisms participating of creative processes. Under the premise that attention to novel stimuli is increased in creative people, the model explains why they show improved (a) divergent thinking (fluency and originality), (b) performance in remote associations tests, and (c) problem solving; but impaired (d) latent inhibition and (e) generalization (overinclusion). The increased attentional processing might be linked to an increased dopamine release in the nucleus accumbens. The approach suggests a possible integration of experimental and theoretical studies on classical conditioning and creativity.

Аттенционно-ассоциативные взаимодействия в творчестве.

Резюме:

Существующая аттенционно-ассоциативная модель классического обуславливания применяется к описанию механизмов, участвующих в творческих процессах. Исходя из предположения, что новая стимуляция сильнее действует на креативных людей, модель объясняет, почему они имеют лучшие показатели по (а) дивергентному мышлению (беглость и оригинальность), (б) решению тестов отдаленных ассоциаций, и (в) решению задач; но худшие показатели по (г) латентному торможению, (д) обобщения (из-за сверхобобщения). Возрастание аттенционной переработки может быть связано с увеличением продукции дофамина в nucleus accumbens. Предлагается подход возможной интеграции экспериментальных и теоретических исследования классического обуславливания и креативности.

Креативность понимается как психологический процесс, который порождает оригинальные и в то же время, применимые идеи. Медник определял креативное мышление как комбинацию различных ассоциаций. Степень креативности конкретной комбинации зависит от силы ассоциаций, которые в нее входят. Айзенк считал, что креативность возрастает тогда, когда нарушаются нормальные механизмы, регулирующие образование ассоциаций (например, латентное торможение – более медленное образование ассоциаций с тем стимулом, который предъявлялся ранее). Есть данные о том, что у высококреативных латентное торможение выражено меньше.

N. A. Schmajuk, Lam, and Gray в 1996 году предложили аттенционно-ассоциативную модель, описывающую многие известные факты образования и комбинации ассоциаций. В данной статье авторы применили эту модель к креативному мышлению. Они полагают, что уменьшение латентного торможения – следствие увеличения выработки дофамина в nucleus accumbens (мозговая структура, связанная с центром удовольствия), что приводит к лучшему образованию ассоциаций и креативности.

Аттенционно-ассоциативная модель обуславливания (см. Fig.1)

1. Блок кратковременной памяти и обратной связи

Условный стимул активирует след в КП (τ_{cs}), который со временем набирает максимальную силу при предъявлении CS, а затем постепенно угасает до первоначального значения, когда CS перестает предъявляться. Выход из этого блока пропорционален $\tau_{cs} + V_{cs}$, где V_{cs} – это сила CS самого по себе, других CS и контекста (CX).

С помощью этого блока модель может выводить суждения на основе комбинирования индивидуальных ассоциаций и их силы. Что актуально как для дивергентного мышления (мяч-ракетка-корт-Уимблдон), так и для решения задач (целевая ситуация предполагает промежуточную, промежуточная – исходную)

2. Блок внимания.

Модель отвечает на новизну повышением внимания к стимуляции из окружающей среды. Аттенционная память (Z_{cs}) отражает силу ассоциации между выходом из блока КП и обратной связи и блоком новизны. Важно, что поскольку Z_{cs} изменяет величину $\tau_{cs} + B_{cs}$, оно контролирует и силу следа условного стимула CS, и силу умозаключений, генерируемых моделью. Более сильные суждения будут вынесены при большом значении Z_{cs} . Выход из блока внимания – репрезентация CS (X_{cs}) и контекста определенной величины.

3. Блок ассоциаций

Закономерности окружающей среды отражены в ассоциативной системе, где

- а) ассоциация ментальной репрезентации CS_1 (X_{cs1}) с условным стимулом CS;
- б) ассоциации X_{CS1} с другими условными стимулами;
- в) ассоциации X_{CS1} с ментальными репрезентациями других стимулов
- г) ассоциация X_{CS1} с US
- д) ассоциации X_{CX} с соответствующими ему CX;
- е) ассоциации X_{CX} с CS;
- ж) ассоциации X_{CX} с US.

Ассоциации могут отражать как причинную связь, так и совпадение во времени.

Скорость изменения ассоциаций (образование или угасание связи CS с другими CS, с US или CX) пропорциональна X_{cs} , величина которой, в свою очередь, зависит от аттенционной памяти Z_{cs} .

На выходе блок ассоциаций дает совокупную силу условных стимулов (B_{CS}), контекста (B_{CX}), и безусловных стимулов (B_{US}) из всех стимулов и контекста в данный момент времени.

4. Блок новизны

Новизна отражает разницу между средней наблюдаемой величиной CS или US и средней совокупной ожидаемостью этих CS или US. Новизна – это сумма всех индивидуальных «неожиданностей» условных и безусловных стимулов, существующих или ожидаемых в данный момент времени.

Таким образом, эффект латентного торможения получает очевидное объяснение в рамках данной модели. Предварительное предъявление стимула уменьшает его новизну, а следовательно снижает силу возникающей связи.

Приложение аттенционно-ассоциативной модели к креативности

Высококреативные люди показывают меньшее латентное торможение. Согласно данной модели, этот эффект связан с влиянием повышенной новизны на внимание, которое усиливает силу образов и возникающих ассоциаций. В результате высококреативные люди быстрее учатся и имеют лучший доступ к содержаниям памяти, чем низкокреативные.

Параметры компьютерной симуляции

В данной модели комбинирование идей описывается через последовательную активацию образов, отдельно предъявляемых стимулов.

Для низкокреативных людей были взяты параметры для части X_{CS} , независимой от внимания Z_{CS} : $K_1=.2$, $K_2=.2$, $K_3=.4$, $K_4=.1$, $K_5=.02$, $K_6=.005$, $K_7=.005$, $K_8=.005$, $K_9=.75$, $K_{10}=0$, $K_{11}=.15$. Для высококреативных людей были взяты в два раза большие параметры.

В модели влияние блока новизны на Z_{cs} было установлено в два раза сильнее у высококреативных людей, чем у низкокреативных.

Формирование ассоциаций

Медник в 1962 году предложил характеризовать пары ассоциаций по их частоте (например, ассоциации на слово *table*: *chair* (83%), *food* (4%), *desk* (2%), *top* (1.4%), и *legs* (1.1%)). Менее креативные люди имеют более крутую ассоциативную иерархию, высококреативные – более плоскую (см. Fig. 2).

Данная модель пытается аппроксимировать, каким образом слово-стимул активирует слова-ответы.

Была проведена симуляция, где слово *table* употреблялось со словом *chair* множество раз, а потом прибавляли по одному добавочному стимулу из списка (еда, столешница, поверхность, ножки) до тех пор, пока стимулы не были предъявлены все вместе.

1. Тренировочные попытки:

- 1). 20 *table-chair*
- 2). 1 *table-chair-food*
- 3). 1 *table-chair-food-desk*
- 4). 1 *table-chair-food-desk-top*
- 5). 1 *table-chair-food-desk-top-legs*

2. Тестовая попытка:

1 *table*

Вся стимуляция длилась 10 единиц времени (t.u.) с интенсивностью 1, межстимульный интервал (ITI) 500 t.u.

В соответствии с моделью, чем больше стимулов мы добавляем, тем быстрее испытуемые могут предсказать новый добавленный стимул, и, следовательно, новизна добавленного стимула быстрее угасает. Из-за того, что новизна добавленного стимула меньше, чем новизна выученной сначала стимуляции, только что существовавшая стимуляция вызывает более слабые ассоциации, чем предыдущая. На Fig. 2 видна иерархия, которая следует из этого предположения. Здесь показана сила ответа (вероятность) при предъявлении *table*.

Хотя соблюдение в точности такой процедуры не обязательно - таких же результатов, можно, например, добиться парными ассоциациями со словом стимулом.

В этой модели показано то, чего не учитывал Медник, это что близкие ассоциации все равно оказываются сильнее других и у высококреативных людей тоже.

Латентное торможение

Эксперимент Карсона с настоящими испытуемыми:

1. Пред-предъявление: Экспериментальной группе предъявляли целевой слуховой условный стимул, случайным образом наложенный на фоновые подпороговые слоги. Контрольная группа получила то же самое, но без целевого CS.
2. Фаза обуславливания: CS предшествовал на экране изображению желтого диска (US). Испытуемых спрашивали, какой звуковой стимул предшествовал желтым диском.

В верхней части Fig.3 представлены данные Carson и др. по латентному торможению у ВК и НК (по опроснику достижений Achievement Questionnaire). НК испытуемым из контрольной группы потребовалось больше попыток для того, чтобы выучить закономерности в фазе обуславливания, чего не наблюдается у ВК группы.

В нижней части Fig.3 представлены результаты компьютерной симуляции с моделью по той же схеме (уровень креативности аппроксимировался по оценкам дивергентного мышления). Было 50 пред-предъявлений и 10 обуславливающих попыток.

Межстимульный интервал 500 t.u., перекрытие условных стимулов 20 t.u., интенсивность

CS 1, интенсивность контекста 1. Было подсчитано количество попыток для разных групп для достижения определенного уровня ответа.

Сверхобобщение

Andreasen and Powers (1974, 1975) показали, что креативные люди (как и люди с маниакальным расстройством) показывают более высокий уровень сверхобобщения, чем нормальные люди (см. Fig. 4, верхняя часть). Креативные люди уделяют больше внимания второстепенным ключам как материалу для новых идей.

Симуляция состояла из 10 предъявлений CS-US, где CS представляет общий элемент для CS1 и CS2. . Затем одно тестовое предъявление CS1 и одно тестовое предъявление CS2.

Тест отдаленных ассоциаций

В соответствии с процедурой RAT по нахождению ассоциаций, общих для трех слов была проведена симуляция:

Тестовые слова: gown, club, and mare

Решение: night

Процедура: по одному предъявлению слова night с каждым из тестовых слов.

Результаты для ВК варианта модели соотносятся с результатами для НК варианта примерно так же, как у испытуемых Медника (см. Fig. 6)

Заключение

Аттенционно-ассоциативная модель хорошо согласуется с эмпирическими данными и предлагает механистическое объяснение эффектов креативности, таких как низкое латентное торможение, более быстрое обучение, сверхобобщение, лучшее дивергентное мышление и решение RAT.

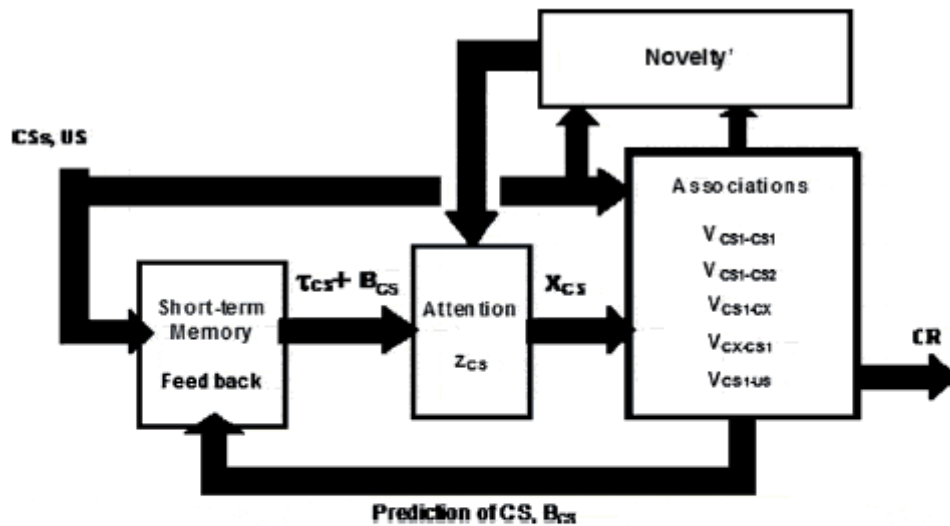


FIGURE 1 Block diagram of the attentional-associative network. CS=conditioned stimulus; US=unconditioned stimulus; CS =short-term memory trace of the CS; B_{CS} =prediction of the CS; z_{CS} =attentional memory; X_{CS} =representation of the CS; $V_{CS1-CS1}$, $V_{CS1-CS2}$, ..., V_{CS1-US} =associations CS1-CS1, CS1-CS2, ..., CS1-US. Responses include the conditioned response (CR). Novelty' is assumed to have a stronger effect on attention in creative than in less creative individuals.

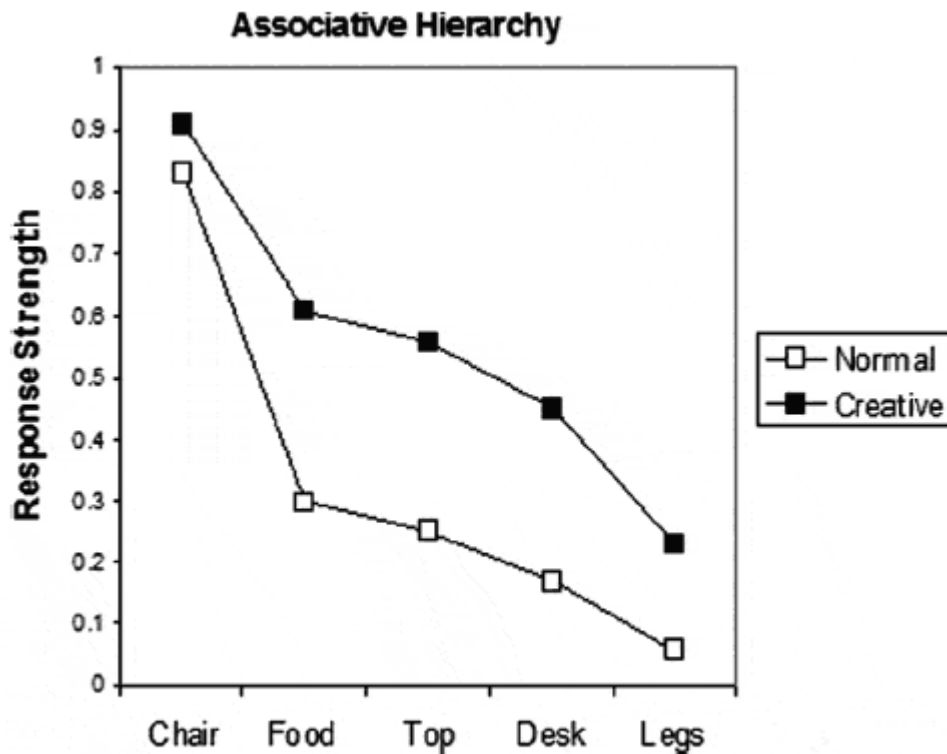


FIGURE 2 Associative hierarchy. Simulated response strength to different word stimuli.

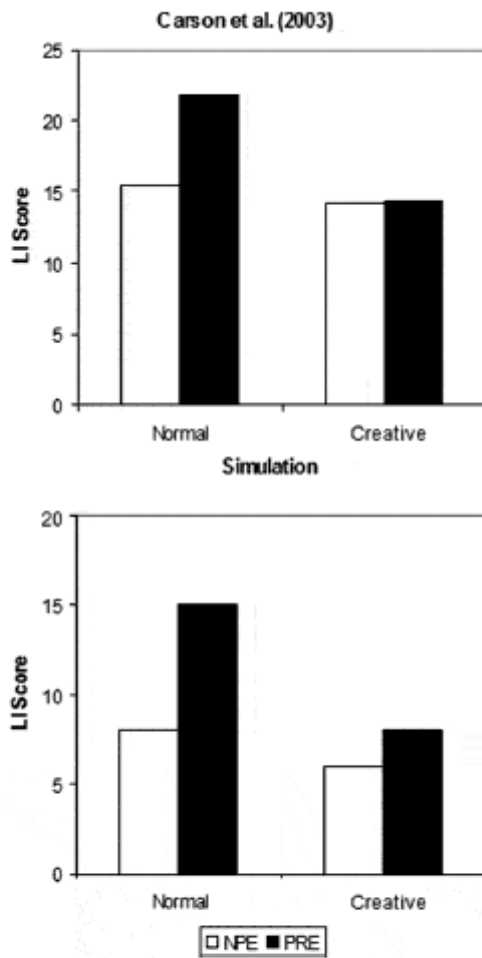


FIGURE 3 Latent inhibition in creative and less creative people. Trials to criterion (latent inhibition scores) for nonpreexposed (NPE) and preexposed (PRE) groups. Upper panels: Data from Carson, Peterson, & Higgins, (2003). Lower panels: Simulated latent inhibition results.

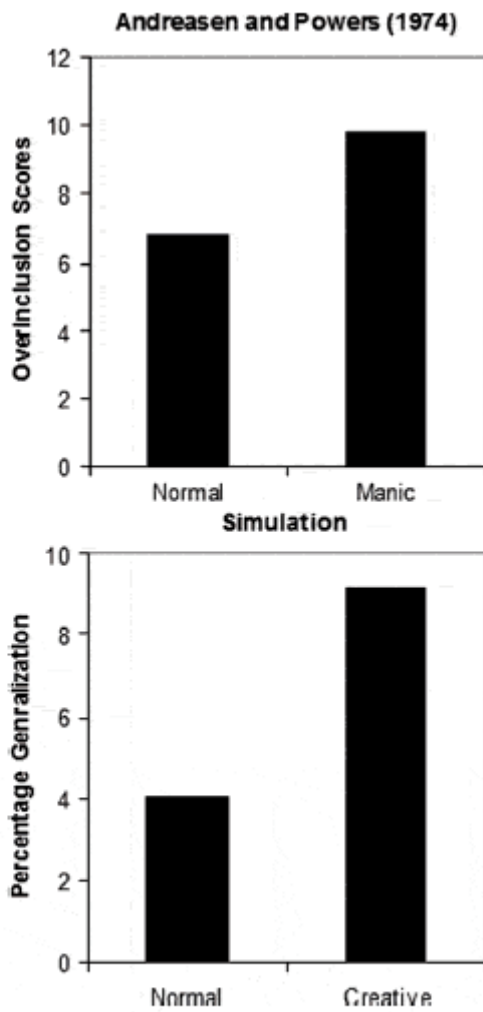


FIGURE 4 Overinclusion in creative and less creative people. Upper Panel: Data from Andreasen and Powers (1974). Lower Panel: Simulated generalization results.

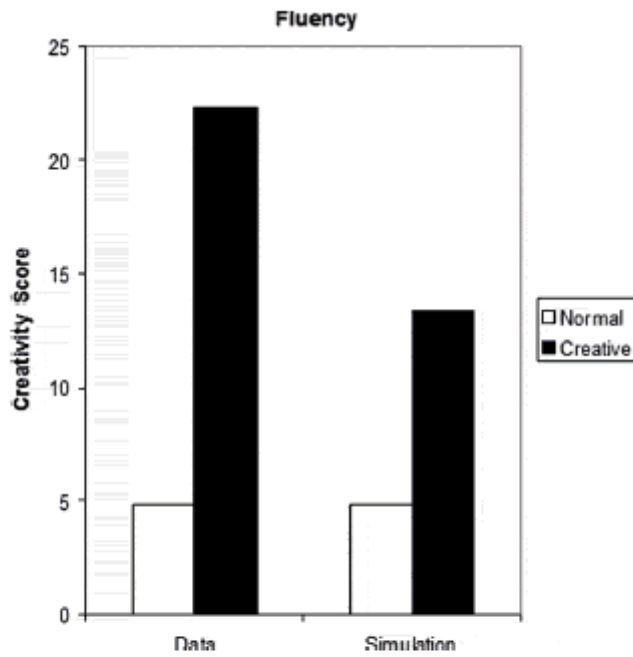


FIGURE 5 Creativity scores in creative and less creative people. Left: Data from Carson et al. (2003) shows scores from the Creative Achievement Questionnaire. Right: Simulated creativity score computed by combining fluency (summed response strength of chair, food, top, and desk) and originality (activation of legs) in equal proportions. Response strengths are shown in Figure 2.

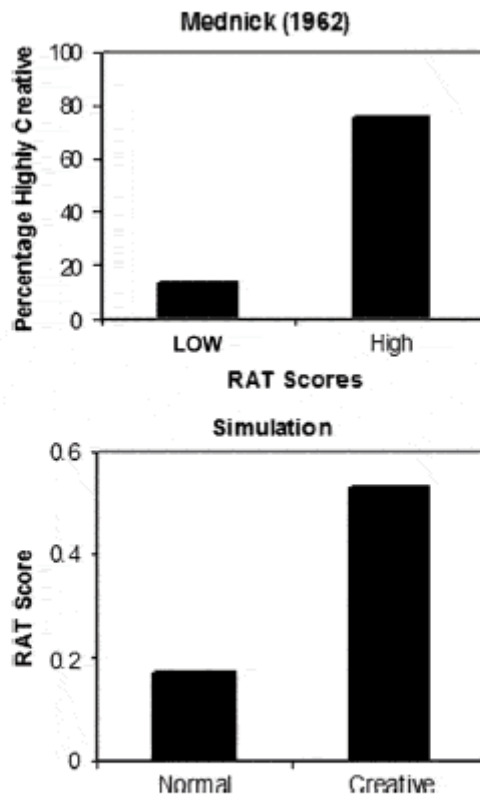


FIGURE 6 Remote associates test (RAT) in creative and less creative people. Upper Panel: Percentage of people rated high on research creativity as a function of RAT scores (data from Mednick, 1962). Lower Panel: Simulated RAT score.

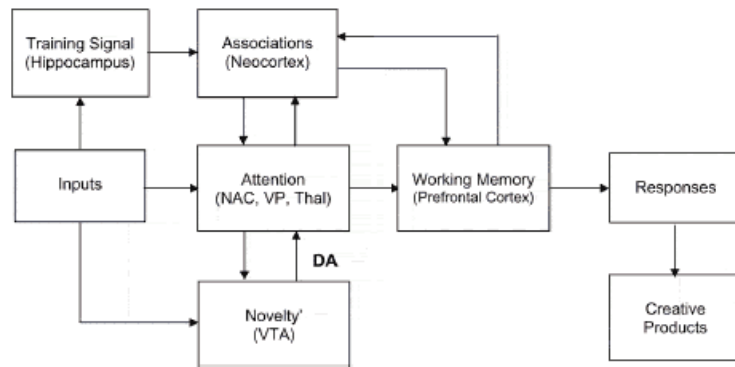


FIGURE 7 Mapping of the variables in the attentional–associative model onto different brain areas. Environmental inputs are compared with their predictions, provided by the associative system located in the neocortex, to compute (a) Novelty' in the ventral tegmental area (VTA) and (b) a Training Signal in the hippocampus. Novelty', coded by DA, reaches the attentional system (nucleus accumbens, ventral pallidum, thalamus). The Training Signal reaches the neocortex through the entorhinal cortex. The association system controls the response system that will determine the creative product. NAC = Nucleus Accumbens, VP = Ventral Pallidum, Thal = Thalamus.