

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

на правах рукописи

Нтуманис Иоаннис

**Нейрокогнитивные механизмы социального влияния на принятие решений
посредством нарративов**

Резюме диссертации
на соискание ученой степени
кандидата когнитивных наук

Научный руководитель:
Ph.D., Ключарев Василий Андреевич

Москва – 2023

Диссертация подготовлена в Международная лаборатория социальной нейробиологии, Институте когнитивных нейронаук НИУ ВШЭ. В качестве исследований, выбранных для защиты, предложены три опубликованные статьи:

1. Efimov, K., **Ntoumanis, I.**, Kuskova, O., Kadieva, D., Panidi, K., Kosonogov, V., Kazanina, N., Shestakova, A., Klucharev, V., & Jääskeläinen, I. P. (2022). Impact of induced moods, sensation seeking, and emotional contagion on economic decisions under risk. *Frontiers in psychology*, 12, 796016.

Влияние индуцированного настроения, потребности поиска ощущений и эмоционального заражения на экономические решения в условиях риска

2. **Ntoumanis, I.**, Panidi, K., Grebenshikova, Y., Shestakova, A. N., Kosonogov, V., Jääskeläinen, I. P., Kadieva, D., Baran, S., & Klucharev, V. (2022). "Expert persuasion" can decrease willingness to pay for sugar-containing food. *Frontiers in nutrition*, 9:926875.

Убеждающий нарратив экспертов снижает готовность платить за продукты, содержащие сахар

3. **Ntoumanis, I.**, Davydova, A., Sheronova, J., Kosonogov, V., Shestakova, A., Panidi, K., Jääskeläinen, I.P., & Klucharev, V. (2023). Neural mechanisms of expert persuasion on willingness to pay for sugar. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 17:1147140.

Нейронные механизмы влияния убеждающего нарратива эксперта на готовность платить за продукт содержащий сахар

1. Введение

1.1. Проблема исследования

Каждый день мы принимаем решения. Что приготовить на ужин, стоит ли идти на финансовый риск или получать ученую степень по когнитивным наукам? Важно отметить, что на большинство наших решений влияет целый ряд факторов. В целом, довольно сложно привести пример решения, на которое не влияли бы наши когнитивные предубеждения, прошлый опыт, наша генетика, социальные нормы, эмоции или мнение окружающих. Нарративы, зачастую продуцируемые социальным окружением в целях убедить нас поменять мнение, могут использовать многие из этих факторов одновременно, что делает их особенно эффективным средством социального влияния (Shiller, 2017). Наша жизнь пронизана нарративами, поэтому особенно важно понять, как нарративы влияют на принятие решений на поведенческом уровне, а также как соответствие или несоответствие наших убеждений нарративам отражается в активности мозга.

Популярные нарративы обычно эмоциональны, собирая тем самым большую аудиторию. Эмоции часто характеризуются как “агенты социального влияния” (van Kleef, 2014). Было показано, что эмоции регулируют нейрональные процессы, связанные с проактивным или пассивным поведением, и, как следствие, влияют на оценку риска и принятие решений в условиях риска (Engelmann and Hare, 2018). Однако в литературе приводятся противоречивые данные о том, увеличивают или уменьшают положительные и отрицательные эмоции принятие риска (Schulreich et al., 2014; Stanton et al., 2014; Raghunathan and Pham, 1999; Yuen and Lee, 2003). Среди причин такой неоднородности результатов предыдущих исследований может быть тот факт, что индивидуальными различиями часто пренебрегают. Поэтому одной из целей текущего исследования является изучение того, как эмоции влияют на принятие решений в условиях риска, учитывая индивидуальные особенности людей.

Данная работа фокусируется на исследовании роли эмоций при принятии финансовых решений, поскольку задачи по принятию монетарных решений позволяют использовать сравнительно простой способ измерения риска (используя денежные единицы).

Помимо эмоций, социальные нормы также являются еще одной категорией социального влияния, которая может определять процесс принятия решений (например, McDonald and Crandall, 2015). Социальные нормы можно определить как “имплицитные закономерности поведения, которые служат руководством к соответствующим действиям” (Higgs, 2015). Роль социальных норм в принятии решений продемонстрирована работами во многих дисциплинах (Lipari, 2018), в том числе она широко изучалась в области выбора продуктов питания (например, Higgs, 2015; Robinson et al., 2013). Результаты этих исследований свидетельствуют о том, что нормы могут влиять на выбор продуктов питания путем изменения их восприятия и установок (Higgs, 2015). В своем исследовании мы стремились изменить восприятие ценности/вреда конкретного пищевого ингредиента (например, сахара) с помощью нарратива эксперта и выяснить, может ли такое вмешательство повлиять на принятие решений о здоровом питании.

Наконец, помимо изучения исключительно поведенческого влияния эмоций, личностных черт и социальных норм на принятие решений, нами также проведено исследование с помощью электроэнцефалографии (ЭЭГ), чтобы выяснить, может ли нейрональная активность вызванная социальным влиянием нарратива предсказать эффективность убеждения. В целом, в проекте комбинируются поведенческие и нейроэкономические подходы. Нейроэкономика, как применение нейробиологических инструментов и методов для изучения процесса принятия решений, является перспективной научной областью благодаря широте и относительной простоте ее применения. Анализ мозговой активности человека под воздействием социального влияния может помочь выявить различия между эффективным и неэффективным социальным воздействием и потенциально

использовать на благо общества, например, в социальной рекламе. Поэтому, изучив социальное влияние на принятие решений о здоровом питании, мы исследовали, может ли нейрональная активность в ответ на нормоубеждающий нарратив предсказать, окажет ли это сообщение поведенческий эффект или нет.

1.2. Цели диссертации

1. Исследовать, как нарративы, вызывая эмоции, могут влиять на принятие решений и как этот эффект зависит от личностных черт;
2. Исследовать, как убеждающие нарративы могут влиять на принятие решений;
3. Выявить нейрофизиологические маркеры эффективного социального влияния с помощью нарративов;
4. Разработать новый методологический подход для прогнозирования эффективности социального влияния нарративов, основанный на ЭЭГ активности вызванной нарративом;

1.3. Методология исследования

В общей сложности в трех исследованиях приняли участие 180 человек. Перед участием в каждом из трех исследований испытуемыми было подписано информированное согласие. Все эксперименты были одобрены комиссией по этике эмпирических исследовательских проектов Высшей Школы Экономики.

Исследования 1 и 2 были поведенческими с использованием внутри- и межсубъектного дизайна эксперимента соответственно. Для анализа данных мы использовали ANOVA с повторными измерениями, t-тесты для одной или двух выборок и смешанные линейные регрессионные модели со случайными эффектами на уровне испытуемого. Данные и код, использованные в обоих исследованиях,

были размещены в открытом доступе для обеспечения воспроизводимости полученных результатов (Исследование 1: <https://osf.io/7nxce/>, Исследование 2: <https://osf.io/894mk/>).

В исследовании 3 использовалась ЭЭГ зарегистрированная для измерения электрической активности головного мозга. Испытуемым надевалась стандартная 64-канальная шапочка в соответствии с международной системой 10-10; ЭЭГ регистрировалась с частотой дискретизации 500 Гц. Обработка сигналов и коррекция артефактов выполнялись с помощью MNE Python (Gramfort et al., 2013). В частности, данные ЭЭГ были подвергнуты понижающей дискретизации на частоте 250 Гц, высокочастотной фильтрации на частоте 0,5 Гц и режекторной фильтрации на частоте 50 Гц и 100 Гц, чтобы устранить дрейф и возможный шум линии электропередачи соответственно. После этого путем визуального осмотра были обнаружены зашумленные каналы, и данные с этих каналов были интерполированы на основе сигналов соседних электродов (Ki et al., 2016). Артефакты движения глаз были удалены с помощью анализа независимых компонент ((англ. Independent Component Analysis, ICA) с использованием алгоритма infomax (Bell and Sejnowski, 1995). Данные, превышающие три стандартных отклонения от среднего значения соответствующего канала, были заменены на 0, как и данные в диапазоне 40 мс вокруг таких выбросов (т.е. до и после; Cohen et al., 2016; Ntoumanis et al., 2023).

Ключевую роль в использованной методике сыграло использование сходства ЭЭГ-активности участников исследования, также известное как межсубъектная корреляция (англ. intersubject correlation, ISC). Было выдвинуто и подтверждено предположение, что этот индекс активности мозга является маркером эффективного убеждения эксперта. ISC оценивался с помощью анализа коррелированных компонент (CorrCA; Dmochowski et al., 2012; Cohen and Parra, 2016). В целом, целью этого анализа является поиск линейных комбинаций электродов, которые максимально коррелируют между испытуемыми. Каждая такая линейная комбинация проецирует данные из пространства N субъектов \times D электродов \times T

временных точек в пространство $N \times T$, где вычисляется межсубъектная корреляция. Пусть R_b обозначает ковариацию между субъектами, а R_w обозначает ковариацию внутри субъектов. Тогда компонентные проекции, которые достигают максимального ISC, являются собственными векторами матрицы $R^{-1} \cdot R$ с самыми сильными собственными значениями (Parra et al., 2019).

Отношение ковариации между субъектами и ковариации внутри субъектов прогнозируемых данных считается ISC. Анализ ISC был выполнен в среде Matlab.

В исследовании 3 также был проведен многофакторный анализ паттернов (англ. multivariate pattern analysis, MVPA) ответов ЭЭГ на нарратив эксперта. MVPA обычно используется для выявления различий между состояниями или группами испытуемых на основе пространственно-временных паттернов мозговой активности. В нашем исследовании мы использовали MVPA, чтобы выявить разницу между теми участниками, на которых эксперт оказал сильное влияние, и теми, на кого это влияние оказано не было. В частности, была обучена классификационная модель логистической регрессии машинного обучения, позволяющая на основе распределенных паттернов ЭЭГ-активности, вызываемых призывом к здоровому питанию, предсказать, оказал ли нарратив сильное влияние на участника или нет. Это делалось неоднократно во временных интервалах продолжительностью в 1 секунду. Особенности этого классификатора были средние значения сигнала ЭЭГ каждого канала в пределах соответствующего временного окна. Чтобы избежать переобучения, была проведена 5-кратная перекрестная проверка, и точность классификации для каждого временного окна была рассчитана как средний процент правильных предположений во всех вариантах перекрестной проверки в соответствующем временном окне. Статистическое тестирование проводилось путем сравнения точности классификации с эмпирическим случайным распределением, при этом использовалась кластерная коррекция для множественных сравнений. Анализ MVPA был выполнен на Python с использованием пакета Scikit learn (Pedregosa et al., 2011).

1.4. Научная новизна

1.4.1. Теоретическая новизна

Предыдущие исследования показали противоречивые результаты касательно влияния эмоций на принятие решений в условиях риска. Эта противоречивость, вероятно, связана с тем, что предыдущие исследования не учитывали различия между респондентами, такие как их личностные характеристики. В исследовании I мы преодолели эту проблему путем изучения того, как определенные черты личности влияют на роль эмоций в принятии решений. В исследованиях II и III мы также рассмотрели возможную модулирующую роль некоторых черт личности, которую они могут оказывать на эффекты нарративов. В связи с этим, мы настоятельно рекомендуем использовать данный подход в последующих исследованиях в области принятия решений.

Другой важной новизной данной диссертации является использование аудио-нарративов к переходу на здоровое питание, представленное экспертом (т.е. убеждение экспертом), в качестве эффективного “подталкивающего” механизма к сокращению потребления сахара. Предыдущие исследования, посвященные мерам воздействия на сокращение потребления сахара, до сих пор ограничивались улучшением видимости более полезных продуктов и маркировкой пищевой ценности на продуктах питания. Однако данные виды вмешательств в целом вдвое менее эффективны, чем аудио-побуждения к переходу на здоровое питание (Cadario and Chandon, 2020). В действительности мы не только использовали более перспективный “подталкивающий” механизм (т.е. аудио-побуждение к переходу на здоровое питание), но мы также представили его через призму экспертности источника данного нарратива. Идея такого подхода заключалась в том, чтобы максимизировать эффект самого убеждения, поскольку человек-коммуникатор с высоким уровнем экспертизы в особенности убедителен (Deutsch and Gerald, 1955). Учитывая, что

исследования II и III показали эффективность и надежность данного “подталкивающего” механизма, этот новый метод может проложить путь к инновационным маркетинговым стратегиям для поддержания людей в их выборе продуктов питания содержащих сахар.

1.4.2. Методологическая новизна

Важно отметить, что ЭЭГ-активность во время “подталкивающих” вмешательств изучались и ранее (Schubert et al., 2021), но эта активность не использовалась для прогнозирования эффективности данных “подталкиваний”. Несмотря на свою практическую значимость, прогностическая связь между нейровизуализацией и принятием решений до сих пор практически отсутствует в исследованиях, связанных с выбором нездоровых продуктов питания. В данной диссертации предлагаем подробно рассматривать эту связь. В частности, мы предложили два различных нейрофизиологических показателя, которые могут быть использованы для прогнозирования эффективности аудио- побуждений к переходу на здоровое питание.

Первый показатель – это нейронное сходство ЭЭГ-ответов на аудио-побуждение к переходу на здоровое питание, или межсубъектный корреляционный анализ. И хотя межсубъектный корреляционный анализ доказал свою перспективность в нейропрогнозировании популярности фильмов и музыки (Christoforou et al., 2017; Leeuwis et al., 2021), в нашем исследовании III он был впервые применен в нейропрогнозировании продвижения здорового питания. Учитывая то, что это новое применение было успешным (т.е. дало значимые результаты), оно, вероятно, вдохновит будущие исследования в области нейромаркетинга.

Второй аспект методологической новизны заключается в использовании многомерного анализа паттернов ЭЭГ для прогнозирования эффективности убеждения экспертом. Нами обнаружено, что пространственно-временные паттерны

ЭЭГ- ответов на аудио-подталкиванию (посредством убеждающего нарратива) к переходу на здоровое питание содержат предиктивную информацию в отношении того, было ли убеждение успешным или нет. Действительно, такой многофакторный подход является беспрецедентным в нейромаркетинговых исследованиях, использующих такие экологически валидные стимулы, как видео и нарративы.

1.5. Теоретическая и практическая значимость

Результаты исследований, представленные в данной диссертации (в частности, в исследованиях II и III), потенциально несут в себе практически важный аспект для общества.

В продуктовом магазине потребители часто оказываются в окружении привлекательной высококалорийной, чрезмерно сладкой пищи. Такая среда, способствующая ожирению, затрудняет достижение потребителями своих целей в области здорового питания. Как показывают данные, меры общественного здравоохранения не могут обеспечить соответствующую поддержку в данном вопросе, так как уровень ожирения стремительно растет с далекоидущими для здоровья последствиями (Dixon, 2010; Kelly et al., 2008). И хотя сахар является одной из основных причин ожирения (Yu et al., 2022), лишь небольшое количество исследований посвящено изучению того, что могло бы повлиять на снижение потребления сахара. В нашем исследовании представлен новый способ оказания воздействия по снижению потребления сахаросодержащих продуктов: призыв эксперта к здоровому питанию. Подобное подталкивание к здоровому питанию можно было бы легко использовать в телевизионной и радио рекламе, чтобы помочь людям снизить потребление сахара.

Важно отметить, что мы предлагаем инструмент для разработки и оценки такой рекламы здорового питания еще до того, как она будет выпущена в

медиапространство. В исследовании III мы продемонстрировали, что если мозг разных людей сходным образом реагирует на призыв к здоровому питанию, то этот призыв, скорее всего, будет успешен в воздействии на аудиторию. Фактически, чем выше будет степень вызванного нейронного сходства, тем успешнее окажется воздействие. Следовательно, данный инструмент можно использовать для прямого сравнения нескольких рекламных роликов о здоровом питании и определения того, какой из них является наиболее перспективным.

1.6. Основные идеи, выносимые на защиту

1. Влияние настроения на принятие решений в условиях риска зависит от личностных особенностей человека;
2. Убеждающий нарратив эксперта, обосновывающего необходимость здорового питания, является эффективным способом воздействия по снижению потребления сахара;
3. Межсубъектная корреляция ЭЭГ-ответов на убеждающий нарратив эксперта о здоровом питании может предсказать эффективность такого воздействия;
4. Пространственно-временные паттерны сигналов ЭЭГ при прослушивании убеждающего нарратива о здоровом питании содержат прогностическую информацию о его эффективности;

1.7. Авторский вклад

Исследование I: Код для представления стимула, анализ и интерпретация данных, подготовка рукописи.

Исследование II: Концептуализация исследования, методология, программное обеспечение, валидация, статистический анализ, написание статьи и участие в процессе рецензирования и редактирования, визуализация, администрирование проекта.

Исследование II: Концептуализация исследования, методология, программное обеспечение, валидация, статистический анализ, написание статьи и участие в процессе рецензирования и редактирования, визуализация, администрирование проекта.

2. Краткое содержание диссертации

Термин нарратив часто является синонимом рассказа, но современное определение этого термина также относится к видеоклипам, анекдотам и даже теориям (Shiller, 2017). Все эти формы нарративов можно считать определённой формой социального влияния, которое формируют процесс принятия решений в широких группах людей (Shiller, 2017; Jääskeläinen et al., 2020). В исследованиях, обобщённых в данной диссертации, изучалось, как нарративы могут модулировать процесс принятия решений, вызывая эмоции или передавая экспертное мнение и социальную норму. В данном проекте также изучалось, как на людей с разными личностными качествами может по-разному влиять содержание нарратива.

2.1. Исследование I. Влияние индуцированного настроения, потребности поиска ощущений и эмоционального заражения на экономические решения в условиях риска

Помимо вероятностей денежных выгод и потерь, эмоции и личностные качества влияют на принятие финансовых решений (Kahneman и Tversky, 1979; Kusev и др., 2017). Однако то, как именно эмоции влияют на принятие решений в условиях риска, все еще остается под вопросом. Например, некоторые исследования показывают, что грусть увеличивает принятие риска (Raghunathan и Pham, 1999), в то время как другие демонстрируют, что грусть уменьшает принятие риска (Yuen и Lee, 2003). Возможное объяснение, почему более ранние исследования давали противоречивые результаты в этом вопросе, заключается в том, что они не учитывали неоднородность выборок испытуемых. Например, личностные качества, такие как стремление к поиску новых ощущений и эмоциональное заражение, могут модулировать влияние настроения на принятие решений. В данном исследовании мы использовали эмоциональные видеоклипы, чтобы вызвать радость, печаль и нейтральные эмоции у 88 участников (60 женщин в возрасте 16-45 лет; средний возраст 22,7 года), а затем исследовали влияние этих эмоций на рискованное поведение в задании на принятие финансовых решений. Анализ данных учитывал личностные качества участников, связанные с мотивацией к поиску ощущений и эмоциональным заражением, которые были измерены на основе ответов участников на соответствующие анкеты (Zuckerman, 1979; Doherty, 1997).

Участники просмотрели четыре эмоциональных видеоклипа, каждый из которых имел эмоциональную окраску определенного состояния (т.е. радостного, печального или нейтрального). После просмотра видеоклипов каждого типа участники выполнили 48 раундов задания на принятие решения, где в каждом раунде им приходилось выбирать между безопасным и рискованным вариантом решения. Эта процедура повторялась три раза, по одному для каждого эмоционального состояния, порядок которых рандомизировался.

Оценка валентности клипов, данная самими участниками, показала, что настроение просмотренного видеоклипа влияло на валентность вызванного

настроения (т.е. радостные видео увеличивали позитивную валентность настроения участника, грустные видео снижали ее, а нейтральные видео на нее значимо не влияли). Однако, мы не наблюдали существенного влияния вызванных настроений на принятие решений в целом. Видеовызывавшее грусть привело лишь к незначительной тенденции избегания риска по сравнению с нейтральным настроением. Но ограничив наш анализ участниками с низким показателем эмоционального заражения, мы обнаружили, что грустное настроение вызывало статистически значимое избегание риска по сравнению с нейтральным и настроением радости (рис. 1).

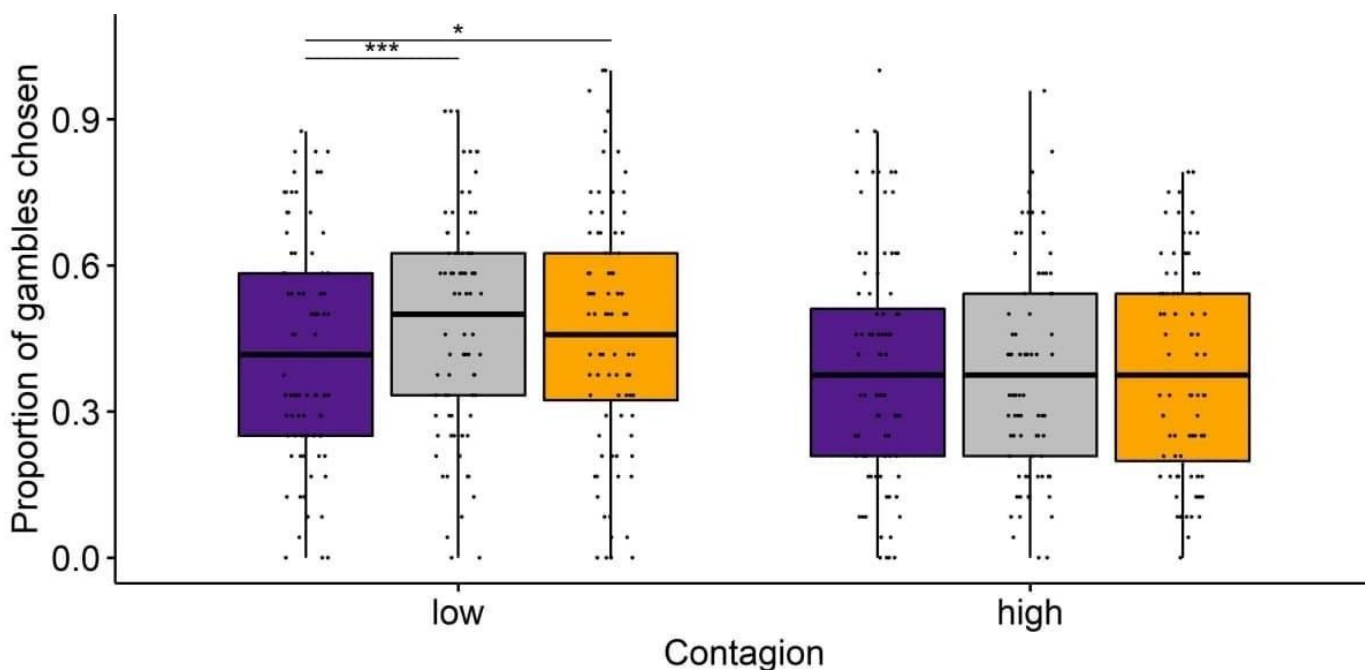


Рисунок 1 | Влияние индукции настроения на принятие риска (доля выбранных рискованных решений), отдельно для людей с низкой и высокой эмоциональной заразительностью. Точки представляют отдельных испытуемых. Фиолетовым цветом обозначено настроение грусти, серым - нейтральное настроение, желтым - настроение радости. * $p < 0.05$,

В целом, наши результаты демонстрируют, что видеоклипы, вызывающие грусть, могут оказывать выраженное влияние на принятие решений в условиях риска

у людей с низким уровнем эмоционального заражения. Возможная интерпретация этого наблюдения заключается в том, что степень эмоционального заражения влияет на то, как человек обрабатывает эмоциональные натуралистические стимулы, что, в свою очередь, влияет на то, как эти стимулы изменяют его поведение. Более того, наше исследование подчеркивает важность включения показателей личностных черт в будущие исследования влияния индуцированных настроений на принятие решений. Наконец, наши результаты показывают, что эмоциональные нарративы не обязательно могут оказывать влияние на принятие решений в условиях риска в масштабах всей популяции, вместо этого их влияние может значительно различаться между разными группами людей.

2.2. Исследование II. Убеждающий нарратив экспертов снижает готовность платить за продукты, содержащие сахар

Нарративы могут не только влиять на наше эмоциональное состояние и модулировать процесс принятия финансового решения в ситуации риска, но и влиять на наше рискованное поведение, наносящее вред здоровью. В продуктовых магазинах нас окружает много сладких продуктов питания, перед которыми сложно устоять. Такая обстановка способствует ожирению и мешает потребителям достигать своих целей в обеспечении здорового питания. Именно поэтому исследователи потребительского поведения начали изучать, как различные вмешательства могут подталкивать людей к снижению потребления сахара. Однако до сих пор эти меры ограничивались улучшением видимости (например, размещение продуктов без сахара на уровне глаз) и маркировкой пищевой ценности (например, предоставлением информации об ингредиентах), при этом полученные результаты противоречивыми (например, Shin and Kim, 2022; Bialkova et al., 2016; Thiene et al., 2018). Важно отметить, что улучшения видимости и ярлыки, как

правило, вдвое менее эффективны, чем призывы к здоровому питанию (Cadario and Chandon, 2020). Таким образом, цель нашего исследования заключалась в том, чтобы выяснить, может ли призыв к здоровому питанию со стороны эксперта в области диетологии эффективно снизить готовность платить за сахаросодержащие продукты.

Сорок шесть участников выполнили экспериментальное задание, состоящее из двух блоков, в которых нужно было указать порог готовности платить за сладости с маркировкой либо «без сахара», либо «содержит сахар». В промежутке между двумя блоками половина участников слушала аудио рассказ диетолога, подчеркивающий риски для здоровья, связанные с потреблением сахара (экспериментальная группа), тогда как остальные участники слушали контрольный рассказ, не относящийся к выбору продуктов питания (контрольная группа). Каждый блок экспериментального задания состоял из 60 проб: 30 продуктов с маркировкой «содержит сахар» и 30 продуктов с маркировкой «без сахара». Механизм аукциона Беккера-ДеГрута-Маршака использовался для измерения индивидуальных предпочтений и точного порога готовности платить (ПГП) каждого участника для каждого продукта (Plassman et al., 2007; Becker et al., 1964).

Чтобы проверить нашу гипотезу, мы провели дисперсионный анализ (ANOVA) с дельтой ПГП в качестве зависимой переменной — ПГП для каждого продукта во втором блоке вычитается из ПГП для того же продукта в первом блоке. Внутрисубъектный фактор — Условие (два уровня: продукт содержит сахар, без сахара) и межсубъектный фактор — Группа (два уровня: экспериментальная, контрольная группа). Результаты показали значительное взаимодействие факторов Группы и Условия в их влиянии на дельту ПГП ($p = 0,028$). Апостериорные тесты показали, что дельта ПГП для сахаросодержащих продуктов была значительно ниже для экспериментальной группы по сравнению с контрольной группой ($p = 0,0003$), но дельта ПГП для продуктов без сахара статистически не отличалась между экспериментальными группами ($p = 0,578$). Рисунок 2 иллюстрирует полученные результаты.

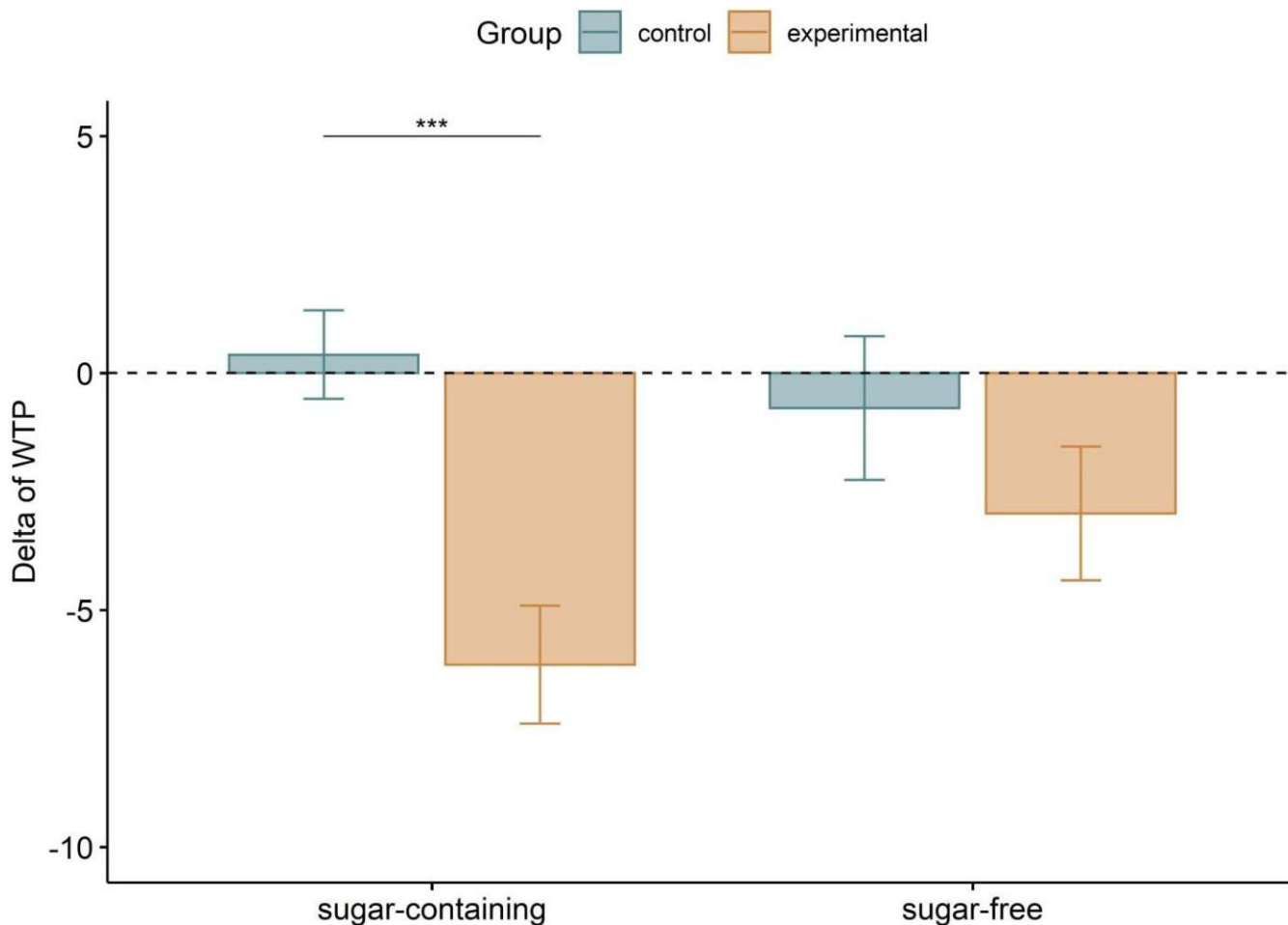


Рисунок 2 | Дельтапорога готовности платить (ПГП), как изменение ПГП в результате предъявления убеждающего нарратива эксперта, по экспериментальным группам и условиям. Столбцы обозначают среднее значение дельты ПГП \pm стандартная ошибка после усреднения данных по каждому участнику. Дельта ПГП (Delta of WTP) для сахаросодержащих продуктов была значительно ниже в экспериментальной группе по сравнению с контрольной группой, но дельты ПГП для продуктов без сахара статистически не отличалась между двумя группами.

Кроме того, чтобы определить, было ли влияние убеждающего нарратива, призывающего к здоровому питанию, обусловлено эмоциональным состоянием, которое он вызывал, мы набрали независимую группу из 49 участников, которые оценили свои эмоции после прослушивания экспериментального и контрольного рассказов. Этот независимый анализ показал, что экспериментальный нарратив вызывал более высокий уровень страха и печали по сравнению с контрольным нарративом. Полученные данные показывают, что страх и печаль, вызванные повествованием эксперта, могли способствовать снижению ПГП для сахаросодержащих продуктов. В то же время, оценка эмоций участников основного исследования, которые они испытывали после просмотра видеосюжетов, могла бы более точно отразить вклад эмоционального состояния в наблюдаемые эффекты. В целом, наши результаты согласуются с предыдущим полевым экспериментом, в ходе которого предостерегающие изображения (например, фотографии кариеса) снижала долю сахаросодержащих напитков, покупаемых в столовой (Donnelly et al., 2018). Таким образом, аналогично исследованию I, в котором грусть снижала риск финансовых решений, исследование II предполагает, что грусть может также уменьшать рискованный (например, наносящий вред здоровью) выбор продуктов питания.

Подводя итоги можно отметить, что данные результаты расширяют предыдущую работу по изучению влияния убеждающего нарратива диетолога к здоровому питанию на снижение потребления сахаросодержащих продуктов. Предыдущие исследования показали, что в целом подталкивающие вмешательства более эффективны для сокращения потребления вредной пищи, чем для увеличения количества здорового питания (Cadario and Chandon, 2020). Это подтверждается нашими выводами, поскольку призыв к здоровому питанию снизил ПГП для продуктов, содержащих сахар, но не увеличил ПГП для продуктов без сахара. Кроме того, настоящее исследование вносит свой вклад в дискуссию о том, как эмоции влияют на пищевое поведение, предполагая, что нездоровое питание может быть

подвержено изменению под воздействием страха и печали. В целом, наши результаты могут стимулировать новые маркетинговые решения, направленные на помощь потребителям в выборе продуктов питания.

2.3. Исследование III. Нейронные механизмы влияния убеждающего нарратива эксперта на готовность платить за продукт содержащий сахар

После того, как нами было показано, что призыв эксперта к здоровому питанию может значительно снизить готовность платить за продукты, содержащие сахар (Исследование II, Ntoumanis et al., 2022), наша цель заключалась в изучении нейрокогнитивных коррелятов этого явления. Для этого мы провели последующее ЭЭГ исследование, чтобы изучить, какие аспекты нейрональных ответов на призыв к здоровому питанию могут предсказывать эффективность влияния экспертного мнения. Дизайн исследования несколько отличается от дизайна исследования II: вместо контрольной группы мы включили контрольное условие с предъявлением непродовольственных товаров. Поэтому все участники ($N = 45$) слушали один и тот же аудио рассказ, направленный на призыв к здоровому питанию, который был использован в исследовании Ntoumanis et al. (2022) — но на этот раз они должны были делать ставки (аукцион Беккера-ДеГрута-Маршака) на три категории продуктов до и после рассказа: 30 продуктов, содержащих сахар, 30 продуктов, не содержащих сахар, и 30 непродовольственных товаров. Еще одно отличие между исследованием II и исследованием III заключается в том, что в последнем мы регистрировали ЭЭГ участников в течение всего эксперимента.

На поведенческом уровне нам удалось реплицировать результаты исследования II, то есть призыв к здоровому питанию значительно снизил готовность платить за продукты, содержащие сахар, в то время как это не повлияло на их готовность платить за продукты, не содержащие сахара или непродовольственные

товары. Кроме того, мы обнаружили, что изменение готовности платить за продукты, содержащие сахар, отрицательно коррелирует с такой чертой личности, как конформизм. Уровень конформизма был измерен до сбора данных ЭЭГ (Mehrabian and Stefl, 1995). Шкала конформизма измеряет то, насколько человек полагается на других людей при принятии решений в различных социальных контекстах (Mehrabian and Stefl, 1995). Martinelli and De Canio (2021) ранее иллюстрировали модулирующую роль конформизма в побуждении (невегетарианцев) покупать вегетарианскую еду.

Кроме того, мы изучили два аспекта нейрональных ответов на призыв (через убеждающий нарратив экспертов) к здоровому питанию, зарегистрированных с помощью ЭЭГ, которые могут предсказывать его поведенческий эффект. Первым является межсубъектная корреляция (inter-subject correlation, ISC), которая является показателем вовлеченности и внимания (Hasson et al., 2004; Dmochowski et al., 2012; Ki et al., 2016). Мы выбрали этот показатель, потому что в прошлом он успешно использовался для прогнозирования популярности музыки (Leeuwis et al., 2021), кассовых сборов фильмов (Christoforou et al., 2017) и индивидуальных предпочтений телевизионной рекламы (Dmochowski et al., 2014) на уровне популяции. Следовательно, мы предположили, что высокий показатель межсубъектной корреляции во время прослушивания аудиорассказа с призывом к здоровому питанию приведет к большому снижению готовности платить за продукты, содержащие сахар. Наши данные подтвердили эту гипотезу (рисунок 3).

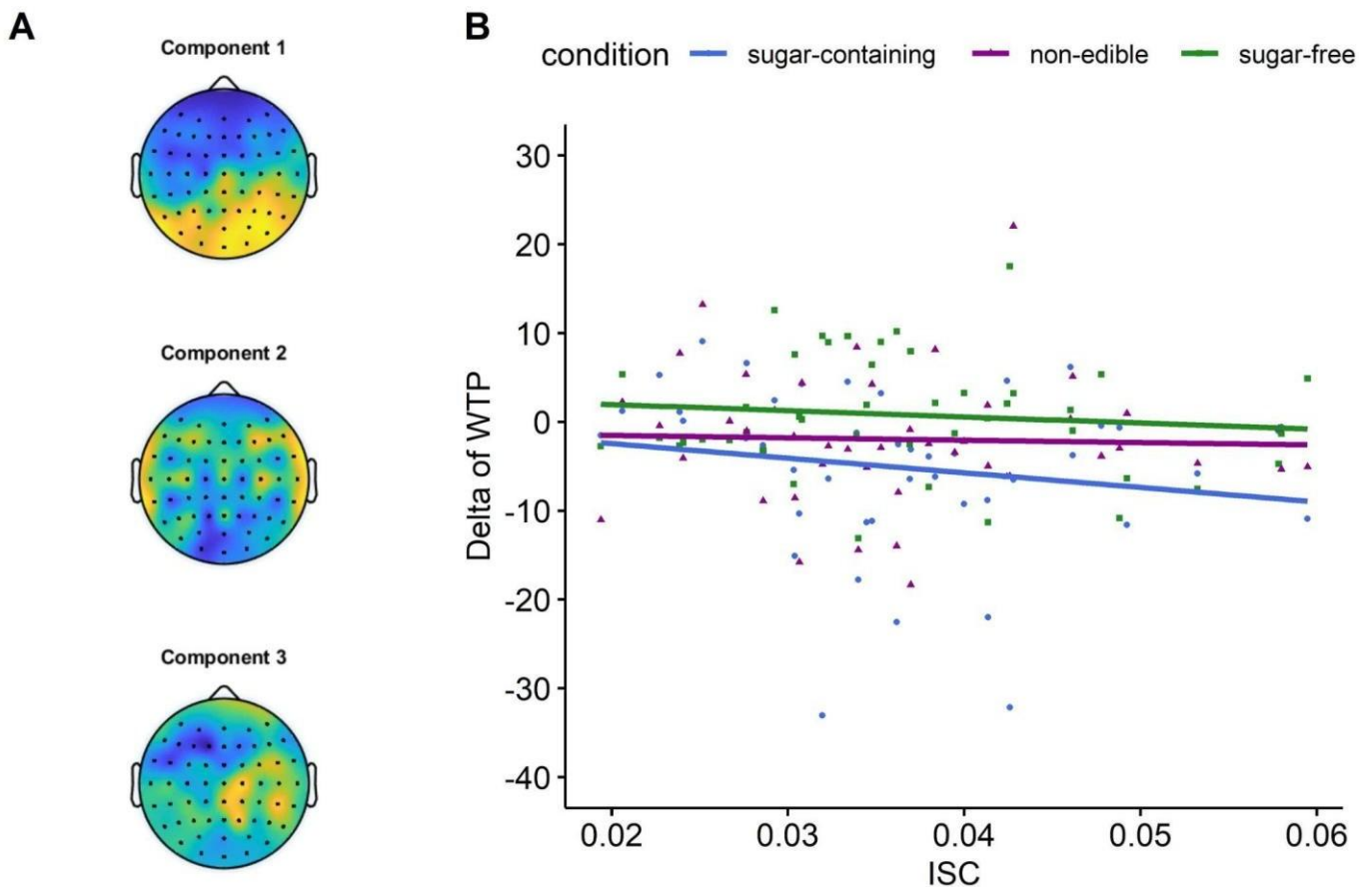


Рисунок 3 | Результаты анализа межсубъектных корреляций (ISC). (A) Скальповые проекции трех наиболее сильно коррелирующих компонентов. (B) Связь между ISC во время прослушивания призыва к здоровому питанию (через убеждающий нарратив эксперта) и дельтой порога готовности платить (ПГП) для различных категорий продуктов. Для категории сахаросодержащих продуктов корреляция составила $r = -.29$, со значимым p -значением = .027.

Второй аспект ЭЭГ активности участников в ответ на призыв к здоровому питанию со стороны эксперта— это пространственно-временные паттерны ЭЭГ активности. Они были исследованы с точки зрения возможности предсказать эффективность влияния экспертного мнения. В частности, мы обучили классифицирующую модель машинного обучения для прогнозирования снижения готовности платить за продукты, содержащие сахар, на основе паттернов ЭЭГ активности в ответ на призыв к здоровому питанию. Для этого, во-первых, мы классифицировали половину участников как "сильно подверженных влиянию"

(высокий уровень конформности) и другую половину — "слабо подверженных влиянию" (низкий уровень конформности) призыва к здоровому питанию, основываясь на медианном изменении готовности платить за продукты, содержащие сахар. Затем мы провели многомерный анализ паттернов ЭЭГ (MVPA) во временных интервалах, составляющих 1 секунду. Точность классификации была статистически значимой в 22,25% временных интервалах. В качестве контрольного анализа мы повторили такой же многомерный анализ паттернов ЭЭГ для непродовольственных продуктов и продуктов, не содержащих сахар, и соответствующая точность была значимой только в 6,75% временных интервалах для непродовольственных товаров и в 4,00% временных интервалов для продуктов, не содержащих сахар. Поиск весов модели машинного обучения показал, что ЭЭГ сигнал электродов в височных и лобных областях вносил основной вклад в точность классификации.

Это исследование представляет собой первую попытку связать, с одной стороны, поведенческий эффект убеждающего нарратива эксперта, призывающего к здоровому питанию, который проявляется в показателе готовности платить за продукты (ППП), содержащие сахар, а с другой стороны, нейрональную активность в ответ на этот призыв к здоровому питанию с использованием ЭЭГ. На поведенческом уровне результаты продемонстрировали успешное влияние медицинского эксперта. Этот поведенческий эффект был связан с двумя нейрофизиологическими показателями, а именно: (i) межсубъектная корреляция ЭЭГ активности в ответ на призыв к здоровому питанию на уровне группы и (ii) пространственно-временные паттерны ЭЭГ активности в ответ на призыв о здоровом питании на уровне каждого участника. В совокупности с помощью ЭЭГ мы выяснили нейрональные механизмы, с помощью которых мозг реагирует на влияние призыва эксперта. В более широкой перспективе наши результаты показывают, что ЭЭГ является мощным инструментом, который можно использовать для прогнозирования эффективности рекламы, связанной со

здоровьем, до ее выпуска в медиaprостранство.

3. Заключение

Совместные результаты трех исследований проливают свет на нейрокогнитивные механизмы социального влияния на принятие решений посредством нарративов.

Было проведено исследование того, как нарративы могут влиять на принятие решений, вызывая положительные или негативные эмоциональные состояния. Основываясь на наших выводах, настроение грусти, по-видимому, провоцирует неприятие риска, особенно у людей с низким уровнем эмпатии. В исследованиях I и II изучалось, как нарративы могут влиять на принятие решений через социальное влияние эксперта. Основываясь на наших выводах, негативное мнение эксперта о потреблении сахара может эффективно снизить желание людей приобрести сахаросодержащие продукты питания. Было обнаружено, что этот эффект особенно значителен у лиц с высоким уровнем социальной конформности. Этот результат, в сочетании с результатами исследования I, указывает на то, что личностные качества могут играть значительную сдерживающую роль в эффективности социального влияния на принятие решений в различных областях (например, финансовые решения, выбор продуктов питания). Исследование III предлагает надежный методологический подход, позволяющий связать, с одной стороны, поведенческий эффект повествования на принятие решений и, с другой стороны, нейрональные реакции на убеждающий нарратив. Наш анализ показывает, что ЭЭГ потенциально является мощным инструментом для разработки нарративов таким образом, чтобы их социальное влияние было максимальным. В частности, новый методологический подход, обсуждаемый в настоящей диссертации, может быть использован для прогнозирования поведенческого эффекта нарратива, основанного на ЭЭГ-реакциях

индивидов на него. Это можно было бы использовать, например, для разработки и оценки рекламы, связанной со здоровьем, до того, как она станет доступна для широкой публики. Будущие исследования могли бы воспроизвести этот методологический подход для других методов нейровизуализации, предлагающих более высокое пространственное разрешение, таких как функциональная магнитно-резонансная томография.

Библиография

- Becker GM, Degroot MH, Marschak J. Measuring utility by a single-response sequential method. *Behav Sci.* (1964) 9:226–32. <https://doi.org/10.1002/bs.3830090304>
- Bell, A. J., & Sejnowski, T. J. (1995). An information-maximization approach to blind separation and blind deconvolution. *Neural computation*, 7(6), 1129–1159. <https://doi.org/10.1162/neco.1995.7.6.1129>
- Bialkova S, Sasse L, Fenko A. The role of nutrition labels and advertising claims in altering consumers' evaluation and choice. *Appetite.* (2016) 96:38–46. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.030>
- Cadario R, Chandon P. Which healthy eating nudges work best? A meta-analysis of field experiments. *Market Sci.* (2020) 39:465–86. <https://doi.org/10.1287/mksc.2018.1128>
- Christoforou, C., Papadopoulos, T. C., Constantinidou, F., & Theodorou, M. (2017). Your Brain on the Movies: A Computational Approach for Predicting Box-office Performance from Viewer's Brain Responses to Movie Trailers. *Frontiers in neuroinformatics*, 11, 72. <https://doi.org/10.3389/fninf.2017.00072>
- Cohen, S. S., & Parra, L. C. (2016). Memorable Audiovisual Narratives Synchronize Sensory and Supramodal Neural Responses. *eNeuro*, 3(6), ENEURO.0203-16.2016. <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0203-16.2016>
- Deutsch M, Gerard HB. A study of normative and informational social influences upon individual judgment. *J Abnorm Soc Psychol.* (1955) 51:629–36. <https://doi.org/10.1037/h0046408>
- Dixon J. B. (2010). The effect of obesity on health outcomes. *Molecular and cellular endocrinology*, 316(2), 104–108. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2009.07.008>

- Dmochowski, J. P., Sajda, P., Dias, J., & Parra, L. C. (2012). Correlated components of ongoing EEG point to emotionally laden attention - a possible marker of engagement?. *Frontiers in human neuroscience*, 6, 112. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00112>
- Dmochowski, J. P., Bezdek, M. A., Abelson, B. P., Johnson, J. S., Schumacher, E. H., & Parra, L. C. (2014). Audience preferences are predicted by temporal reliability of neural processing. *Nature communications*, 5, 4567. <https://doi.org/10.1038/ncomms5567>
- Doherty, R. W. (1997). The Emotional contagion scale: A measure of individual differences. *J. Nonverbal Behav.* 21, 131–154. <https://doi.org/10.1023/A:1024956003661>
- Donnelly GE, Zatz LY, Svirsky D, John LK. The effect of graphic warnings on sugary-drink purchasing. *Psychol Sci.* (2018) 29:1321–33. <https://doi.org/10.1177/0956797618766361>
- Efimov K, Ntoumanis I, Kuskova O, Kadieva D, Panidi K, Kosonogov V, Kazanina N, Shestakova A, Klucharev V and Jääskeläinen IP (2022) Impact of Induced Moods, Sensation Seeking, and Emotional Contagion on Economic Decisions Under Risk. *Front. Psychol.* 12:796016. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.796016>
- Engelmann, J. B., and Hare, T. A. (2018). “Emotions can bias decision-making processes by promoting specific behavioral tendencies,” in *The Nature of Emotions: fundamental questions*, ed. R. J. Davidson (New York, NY: Oxford University Press), 355–359.
- Gramfort, A., Luessi, M., Larson, E., Engemann, D. A., Strohmeier, D., Brodbeck, C., Goj, R., Jas, M., Brooks, T., Parkkonen, L., & Hämäläinen, M. (2013). MEG and EEG data analysis with MNE-Python. *Frontiers in neuroscience*, 7, 267. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00267>

- Hasson, U., Nir, Y., Levy, I., Fuhrmann, G., & Malach, R. (2004). Intersubject synchronization of cortical activity during natural vision. *Science (New York, N.Y.)*, 303(5664), 1634–1640. <https://doi.org/10.1126/science.1089506>
- Higgs S. (2015). Social norms and their influence on eating behaviours. *Appetite*, 86, 38–44. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.10.021>
- Jääskeläinen, I. P., Klucharev, V., Panidi, K., & Shestakova, A. N. (2020). Neural Processing of Narratives: From Individual Processing to Viral Propagation. *Frontiers in human neuroscience*, 14, 253. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00253>
- Kahneman, D., and Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica* 47:263. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- Kelly, T., Yang, W., Chen, C. S., Reynolds, K., & He, J. (2008). Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *International journal of obesity (2005)*, 32(9), 1431–1437. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.102>
- Ki, J. J., Kelly, S. P., & Parra, L. C. (2016). Attention Strongly Modulates Reliability of Neural Responses to Naturalistic Narrative Stimuli. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 36(10), 3092–3101. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2942-15.2016>
- Kusev, P., Purser, H., Heilman, R., Cooke, A. J., Van Schaik, P., Baranova, V., et al. (2017). Understanding risky behavior: The influence of cognitive, emotional and hormonal factors on decision-making under risk. *Front. Psychol.* 8:00102. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00102>
- Leeuwis, N., Pistone, D., Flick, N., & van Bommel, T. (2021). A Sound Prediction: EEG-Based Neural Synchrony Predicts Online Music Streams. *Frontiers in psychology*, 12, 672980. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.672980>

- Lipari F. (2018). This Is How We Do It: How Social Norms and Social Identity Shape Decision Making under Uncertainty. *Games*, 9(4):99. <https://doi.org/10.3390/g9040099>
- Martinelli, E. and De Canio, F. (2022). Non-vegan consumers buying vegan food: the moderating role of conformity, *British Food Journal*, 124(1), 14-30. <https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2021-0023>
- McDonald, R.I. and Crandall, C.S. (2015). Social norms and social influence. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 3, 147-151, <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.04.006>
- Mehrabian, A., & Stefl, C. A. (1995). Basic temperament components of loneliness, shyness, and conformity. *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 23(3), 253–263. <https://doi.org/10.2224/sbp.1995.23.3.253>
- Ntoumanis I, Panidi K, Grebenschikova Y, Shestakova AN, Kosonogov V, Jääskeläinen IP, Kadieva D, Baran S and Klucharev V (2022) “Expert persuasion” can decrease willingness to pay for sugar-containing food. *Frontiers in Nutrition*, 9:926875. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.926875>
- Ntoumanis, I., Shestakova, A., Koriakina, M., Kadieva, D., Kopytin, G., & Jääskeläinen, I. P. (2023). Developmental differences in the perception of naturalistic human movements. *Frontiers in human neuroscience*, 16, 1046277. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.1046277>
- Parra, L. C., Haufe, S., and Dmochowski, J. P. (2018). Correlated components analysis - extracting reliable dimensions in multivariate data. arXiv [Preprint]. <https://doi.org/10.51628/001c.7125>
- Pedregosa, F., Varoquaux, Ga"el, Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., et al. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12(Oct), 2825–2830.

- Plassmann H, O'Doherty J, Rangel A. Orbitofrontal cortex encodes willingness to pay in everyday economic transactions. *J Neurosci.* (2007) 27:9984–8. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2131-07.2007>
- Raghunathan, R., & Pham, M. T. (1999). All Negative Moods Are Not Equal: Motivational Influences of Anxiety and Sadness on Decision Making. *Organizational behavior and human decision processes*, 79(1), 56–77. <https://doi.org/10.1006/obhd.1999.2838>
- Robinson, E., Blissett, J., & Higgs, S. (2013). Social influences on eating: implications for nutritional interventions. *Nutrition research reviews*, 26(2), 166–176. <https://doi.org/10.1017/S0954422413000127>
- Schubert, E., Smith, E., Brydevall, M., Lynch, C., Ringin, E., Dixon, H., Kashima, Y., Wakefield, M., & Bode, S. (2021). General and specific graphic health warning labels reduce willingness to consume sugar-sweetened beverages. *Appetite*, 161, 105141. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105141>
- Schulreich, S., Heussen, Y. G., Gerhardt, H., Mohr, P. N., Binkofski, F. C., Koelsch, S., & Heekeren, H. R. (2014). Music-evoked incidental happiness modulates probability weighting during risky lottery choices. *Frontiers in psychology*, 4, 981. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00981>
- Shiller RJ. Narrative economics. *Am Econ Rev.* (2017) 107:967–1004. <https://10.1257/aer.107.4.967>
- Shin J, Kim K. Limited attention in beverage choice: evidence from a field experiment1. *J Behav Exp Econ.* (2022) 96:101789. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2021.101789>
- Stanton, S. J., Reeck, C., Huettel, S. A., & LaBar, K. S. (2014). Effects of induced moods on economic choices. *Judgment and Decision Making*, 9(2), 167–175. <https://doi.org/10.1037/t00741-000>

- Thiene M, Scarpa R, Longo A, Hutchinson WG. Types of front of pack food labels: do obese consumers care? Evidence from Northern Ireland. *Food Policy*. (2018) 80:84–102. doi: 10.1016/j.foodpol.2018.09.004
- van Kleef, Gerben, 'Emotions as Agents of Social Influence: Insights From Emotions as Social Information Theory', in Stephen G. Harkins, Kipling D. Williams, and Jerry Burger (eds), *The Oxford Handbook of Social Influence*, Oxford Library of Psychology (2017; online edn, Oxford Academic, 3 Nov. 2014), <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199859870.013.19>
- Yu, L., Zhou, H., Zheng, F., Song, J., Lu, Y., Yu, X., & Zhao, C. (2022). Sugar Is the Key Cause of Overweight/Obesity in Sugar-Sweetened Beverages (SSB). *Frontiers in nutrition*, 9, 885704. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.885704>
- Yuen, K. S., & Lee, T. M. (2003). Could mood state affect risk-taking decisions?. *Journal of affective disorders*, 75(1), 11–18. [https://doi.org/10.1016/s0165-0327\(02\)00022-8](https://doi.org/10.1016/s0165-0327(02)00022-8)
- Zuckerman, M., and Kuhlman, D. M. (2000). Personality and risk-taking: Common biosocial factors. *J. Pers.* 68, 999–1029. <https://doi.org/10.1111/1467-6494.00124>