

«Рефлекторная обработка музыки:
нейрофизиологические механизмы, роль гипоталамуса»

Гончарова Елизавета Евгеньевна

Аннотация

Данное исследование предлагает анализ описывающий рефлекторные механизмы обработки музыкальной информации. Опираясь на исследования динамических изменений тембра и ритма, происходящих в гипоталамусе, системный разбор эмоционального статуса музыканта через концепцию рефлекторной дуги и общепринятое определение рефлекторной дуги, предложен новый подход. Он показывает, как акустические характеристики музыкального произведения (тембровая окраска, ритмический рисунок, приемы контраста) трансформируются в нейрофизиологические и автономные реакции организма через сложные многоступенчатые процессы "восприятие – анализ – адаптация" (рефлекторное кольцо).

Ключевые слова: рефлекторная дуга, рефлекторная обработка музыки, гипоталамус, тембр, ритм, эмоциональная регуляция, функциональная система.

Введение

Музыкальное воздействие представляет собой комплексный сигнал, характеризующийся множеством параметров, таких как высота тона, тембральные особенности, интенсивность звучания, организация во времени и культурно-обусловленные значения. В процессах восприятия и воспроизведения музыки задействованы не только сенсорные области коры головного мозга, но и подкорковые структуры, лимбическая система и вегетативные механизмы. Современные исследования акцентируют внимание на важной роли гипоталамуса и связанных с ним систем в объединении акустической информации с физиологическими ответами (изменения сердечного ритма, дыхания, гормональная регуляция) и в активации адаптивных рефлексов, которые формируют динамические корректировки в поведении и исполнительской деятельности.

Устоявшаяся модель рефлекторной дуги (сенсорный элемент - афферентные пути - центральная нервная система - эфферентные пути - эффекторный орган) сохраняет свою значимость для описания основных путей передачи сигналов. Тем не менее, музыкальные раздражители вызывают многократные циклы обработки информации и обратной связи

(рефлекторное кольцо), в которых центральная нервная система, включая префронтальную кору, лимбическую систему и гипоталамус, осуществляет целенаправленный анализ и изменение поведения.

1. Теоретические основания

1.1. Рефлекторная дуга и рефлекторное кольцо

Рефлекторная дуга представляет собой элементарную схему нервного рефлекса (от рецептора к сенсорному нейрону, далее к промежуточному/центральному нейрону, затем к двигательному нейрону и, наконец, к эффектору), которая особенно заметна в простых соматических рефлексах (к примеру, коленный рефлекс).

Музыкальная деятельность задействует ту же анатомическую основу, однако выделяется комплексностью центральной обработки: разветвленные сети вставочных нейронов, взаимодействие корковых и подкорковых областей, а также многократная обратная связь от производимого эффекта (звука инструмента) к сенсорной системе музыканта. В связи с этим, более уместно говорить о рефлекторном кольце или функциональной системе – сети, объединяющей сенсорную информацию, двигательную активность, мотивацию и оценку достигнутого результата.

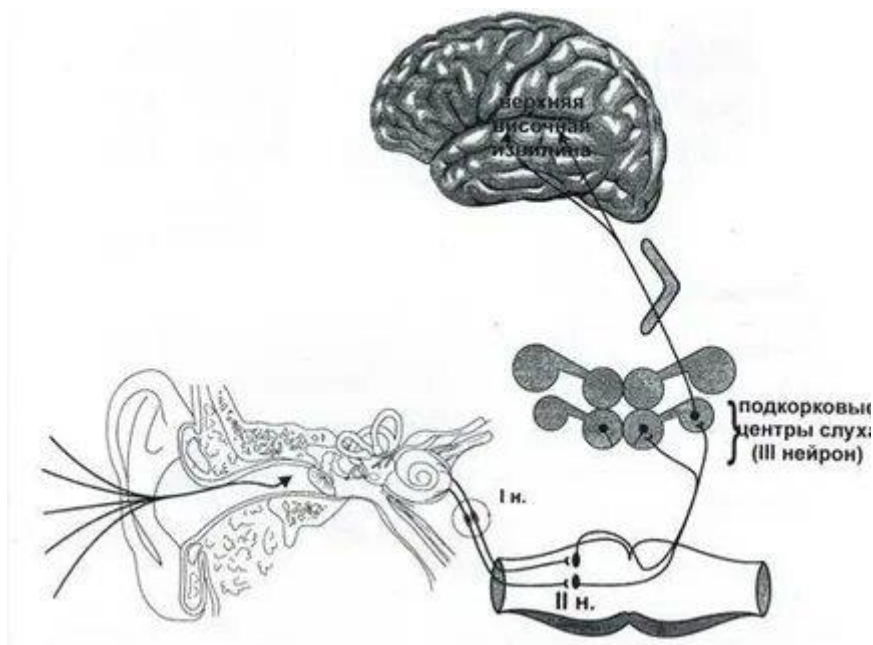


Рис.1 Слуховая рефлекторная дуга

1.2. Гипоталамус как интегратор

Гипоталамус играет ключевую роль в избирательной координации сенсорных данных и гомеостатических процессов. Он обеспечивает связь между слуховым восприятием и автономными, а также эндокринными

ответами, такими как модуляция частоты сердечных сокращений, дыхания, сосудистого тонуса, выделение гормонов, связанных со стрессом, и прочее.

Обработка тембральных и ритмических характеристик звука подразумевает передачу данных от слуховой коры к лимбической системе и гипоталамусу, где формируется вегетативно-эмоциональная реакция организма.

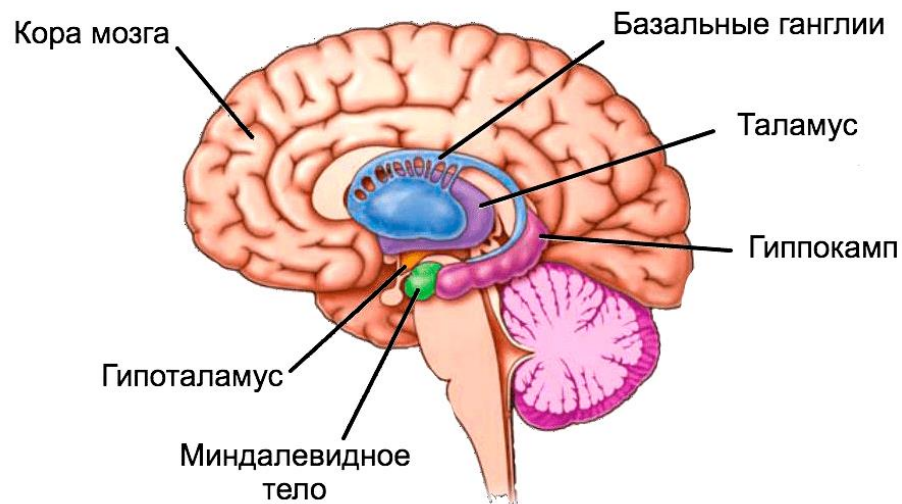


Рис.2 Гипоталамус, миндалевидное тело, гиппокамп

1.3. Эмоциональная обработка и нейромедиаторные сети

Восприятие и переживание музыкальных впечатлений происходит при участии лимбической системы (включая амигдалу и гиппокамп), префронтальной коры головного мозга, а также ряда нейромедиаторных сетей. К ним относятся дофаминовая система (отвечающая за стимуляцию и получение позитивных эмоций), серотониновая система (регулирующая эмоциональное состояние и равновесие), норадреналиновая система (управляющая вниманием и активацией), и ГАМК-система (обеспечивающая торможение и релаксацию). Указанные системы в совокупности осуществляют своего рода «точную регулировку» автоматических ответов на музыкальные стимулы.

2. Обработка компонентов музыкального сигнала

2.1. Тембр

Окраска звука, или тембр, позволяет дифференцировать источники, даже если высота и громкость идентичны. Первичная обработка тембра происходит в слуховой коре (анализ спектра и временных характеристик), откуда информация направляется в ассоциативные области и лимбическую систему, где интегрируется с эмоциональными и контекстуальными

данными. Влияние тембра на вегетативную нервную систему (успокоение или стимуляция) частично опосредуется через гипоталамус и его связи с автономными функциями.

2.2. Ритм

Ритм определяет временную структуру стимулов и неразрывно связан с двигательной активностью: восприятие ритма активирует моторные цепи (премоторная и моторная кора, базальные ганглии, мозжечок). Ритмические рисунки могут автоматически инициировать движения и влиять на уровень возбуждения и эмоциональную активацию через взаимодействие с гипоталамусом и моноаминергическими системами.

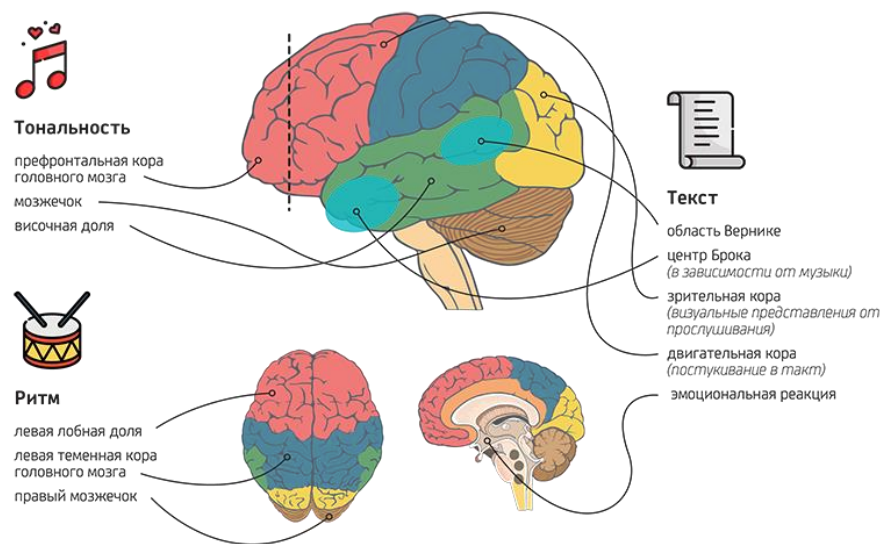


Рис.3 Восприятие ритма

3. Модель рефлекторной обработки музыкальных сигналов

Предлагаемая модель включает три уровня взаимодействия:

Восприятие-обработка: рецепторы→слуховой тракт→слуховая кора; начальный анализ высоты, тембра, ритма.

Центральная оценка: ассоциативные зоны, лимбическая система, префронтальная кора; оценка эмоциональной значимости, прогнозирование, выбор поведенческой реакции.

Реализация ответа: мотонейроны, автономные центры (гипоталамус → вегетативные функции), моторные структуры; осуществление ответа (движение, дыхание, артикуляция, изменение звучания инструмента) и сенсорная проверка результата.

Важно отметить цикличность процесса: результат действия влияет на восприятие, начинается новый цикл анализа и корректировки (рефлекторная дуга). Функциональная система – объединение всех звеньев, направленных на достижение желаемого акустико-эмоционального результата.

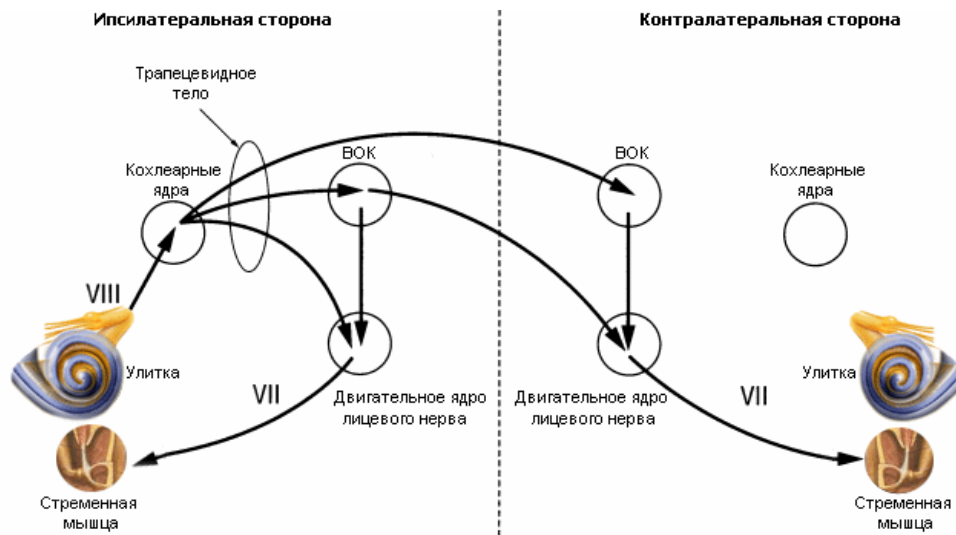


Рис.4 Дуга акустического рефлекса

4. Психофизиологические проявления

Музыкальные характеристики и контрасты вызывают:

Вегетативные реакции: частота сердечных сокращений, вариабельность сердечного ритма, глубина и частота дыхания, кожно-гальваническая реакция.

Нейроэлектрические изменения: колебания в альфа/бета/тета диапазонах; вызванные потенциалы (P300, N400) при неожиданных музыкальных событиях.

Моторные ответы: координация дыхания и артикуляции у музыкантов; синхронные движения у слушателей.

Эмоциональную регуляцию: развитие навыков когнитивной переоценки, дистанцирования, дыхательной регуляции.

Заключение

Сочетание классической модели рефлекторной дуги и современных представлений о функциональных системах позволяет объяснить широкий спектр ответов на музыкальное воздействие: от элементарных вегетативных сдвигов до комплексных моторно-эмоциональных приспособлений у музыканта. Ключевым интегратором выступает гипоталамус, координирующий акустические характеристики и физиологическое состояние организма. Рефлекторное кольцо гарантирует постоянное

сопоставление результата с заданной целью и инициирует корректирующие механизмы, что имеет решающее значение для исполнительского искусства.

Выводы

Рефлекторная переработка музыкальной информации – это многоуровневый, изменчивый процесс, где сенсорный анализ, эмоциональная оценка и двигательная реализация объединяются в функциональную систему, осуществляющую циклы восприятия и корректировки. Осознание нейрофизиологических основ (включая роль гипоталамуса и моноаминергических систем) формирует фундамент для создания методик обучения, лечения и восстановления, направленных на совершенствование адаптивности, выразительности и самоконтроля музыканта.

Литературные источники

1. Анохин П. К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. — М. : Медицина, 1968. — 546 с.
2. Бернштейн Н. А. Физиология движений и активность / под ред. О. Г. Газенко ; изд. подгот. И. М. Фейгенберг ; редкол. : А. А. Баев (пред.) и др.; АН СССР. — М. : Наука, 1990. — 494 с.
3. Мадина З. И. Эмоциональное состояние музыканта, системный анализ рефлекторной дуги с помощью музыкальных техник разнообразного контраста. Наука и образование, июнь 2025 г., том 6, выпуск 6.
4. Небылицын В. Д. Основные свойства нервной системы человека / Акад. пед. наук РСФСР. - Москва: Просвещение, 1966. - 383 с.
5. Холиков К. Б. Динамическая обработка музыкального тембра и ритма в гипоталамусе головного мозга, обработка в рефлекторной дуге. Наука и образование, январь 2025 г., том 6, выпуск 1.
6. Холиков К. Б. Реакция распределителя рефлекторной дуги стимулятора на информацию, поступающую от источника аксонов и дендритов. Наука и образование, декабрь 2024 г., том. 5, выпуск 12.