

ИСПОЛНИТЕЛЬСКОЕ ИСКУССТВО

PERFORMING ART



УДК 78

DOI: 10.52469/20764766_2022_04_120

В. А. ЛЕОНОВ

Ростовская государственная консерватория им. С. В. Рахманинова

ПРЕДВАРЯЮЩАЯ АФФЕРЕНТАЦИЯ И ЭФФЕКТОРНЫЙ ПРОЦЕСС ПРИ ИГРЕ НА ДУХОВОМ ИНСТРУМЕНТЕ

Статья посвящена деятельности нервной системы (как центра, так и периферии) при звукоизвлечении и звукообразовании во время игры на духовом инструменте. Отмечены распределение двигательных функций в структуре мозга, иерархичность и строгая специализация в работе его различных уровней. Представлена последовательность действий центральной нервной системы, направленных на звукоизвлечение и управление звучанием. Подчеркивается, что без освещения механизмов афферентации, экстраполяции и коррекций эффекторного процесса представление о вышеуказанных действиях является формальным.

Исполнительский аппарат играющего на духовом инструменте является наиболее сложным в музыкальном искусстве современности. Указано, что для такого рода деятельности человеку необходима адаптация биофизических компонентов, связанная с целенаправленным сдвигом физиологически допустимых констант в нужную сторону. Соответствующие изменения претерпевает и афферентация, при этом общее усложнение системы ведет к снижению ее стабильности.

В работе показана роль предваряющей афферентации усилий и действий, возникающей на основе многократных повторений при активном участии неокортекса. Экспериментальным путем выявлено количество воспроизведений, благодаря которому может быть осуществлена экстраполяция соответствующей деятельности. Отмечено, что число повторений того или иного материала не должно превышать десяти. После превышения указанного объема центральная нервная система допускает ошибки, вызванные усталостью нейронов, а эффекторный процесс утрачивает целенаправленность и целесообразность. Освещены сроки формирования целостного афферентного процесса при игре на духовом инструменте – до 5–7 лет. Автором констатируется перманентность в эволюционных изменениях рецепции, диктуемая возрастными изменениями человеческого организма. Охарактеризован процесс формирования мозговых паттернов в свете теории Н. П. Бехтеревой.

Ключевые слова: звукоизвлечение у духовых инструментов, предваряющая афферентация, формирование эффекторного процесса.

Для цитирования: Леонов В. А. Предваряющая афферентация и эффекторный процесс при игре на духовом инструменте // Южно-Российский музыкальный альманах. 2022. № 4. С. 120-125.

DOI: 10.52469/20764766_2022_04_120

V. LEONOV

S. Rachmaninov Rostov State Conservatory

PRELIMINARY AFFERENCE AND EFFECTOR PROCESS FOR PLAYING A WIND INSTRUMENT

The article is devoted to the coverage of the activity of the nervous system (both the center and the periphery) during sound extraction and sound formation while playing a wind instrument. The distribution of motor functions in the structure of the brain, the hierarchical structure and strict specialization in the work of its various levels are shown. The sequence of actions of the central nervous system aimed at sound extraction and sound control is presented. It is noted that without coverage of various kinds of afference, extrapolation and corrections of the effector process, the idea of the above activity is formal.

The performing apparatus of a wind instrument player is the most complex among musicians of other specialties. It is indicated that for this kind of activity, a person needs adaptation of biophysical components, which requires a shift of physiologically acceptable constants in the right direction. Afference also undergoes corresponding changes, and the overall complication of the system leads to a decrease in its stability.

The paper shows the role of the preliminary afference of efforts and actions, which arises on the basis of multiple repetitions with the active participation of the neocortex. Experimentally, the number of reproductions of sound extraction was revealed, after which the corresponding extrapolation of activity begins to appear. It is noted that the number of repetitions of one or another material should not exceed ten. After exceeding the specified volume, the central nervous system may make errors caused by neuronal fatigue; the effector process will lose focus and expediency. The terms of the formation of a holistic afferent process when playing a wind instrument are highlighted – up to 5–7 years. Permanence in the evolution of reception, dictated by age-related changes in the human body, is noted. The process of formation of brain patterns is shown, in the light of the theory of N. Bekhtereva.

Keywords: sound production on wind instruments, pre-afference, formation of the effector process.

For citation: Leonov V. Preliminary afference and effector process for playing a wind instrument // *South-Russian Musical Anthology*. 2022. No. 4. Pp. 120-125.

DOI: 10.52469/20764766_2022_04_120

Музыкальное искусство, как и любой иной вид творческой деятельности, принадлежит к числу высших функций центральной нервной системы. Так, «реликтовый» спинной мозг лишь создает напряжения в мышцах. Шейный отдел центральной нервной системы согласовывает усилия для совершения нецеленаправленных (например, гимнастических) движений. Однако точность указанных движений может быть достигнута при участии более высокого иерархического уровня, относящегося к ведению головного мозга и, по сути, координирующего действия различных отделов подкорки.

Функциональная роль коры головного мозга в деятельности центральной нервной системы выявляется при осуществлении трудовых манипуляций с предметами (орудиями труда). Разумеется, здесь подразумевается самая простая физическая работа (землекоп, грузчик). Решение более сложных задач, подразумевающих творческий подход (музыкальное исполнительство, живопись, конструирование и т. п.), сопряжено с активным участием неокортекса.

Таким образом, можно представить игру на духовом инструменте в виде определенной последовательности действий. На иерархической вершине центральной нервной системы создается образ деятельности (замысел), который передается на уровень трудовых манипуляций. Последний согласовывает действия компонентов исполнительского аппарата, управляя звукоизвлечением. В свою очередь, расположенные ниже уровня центральной нервной системы обеспечивают точность игровых движений, согласованность мышечных действий и соответствующие мускульные усилия. Однако даже столь упрощенное описание деятельности исполнительского аппарата, ориентированной на осу-

ществление звукоизвлечения, было бы слишком формальным без учета обратной афферентации, предваряющей афферентации, экстраполяции и коррекций эффекторного процесса (см.: [1; 2]).

Обозначенная тема еще не была объектом специального рассмотрения в музыковедении. Для ее освещения представляется возможным почерпнуть определенные теоретические сведения из физиологии высшей нервной деятельности и экспериментального исследования, осуществленного автором данной статьи. Рассматриваемая проблема может быть отнесена к области фундаментальной науки. Вместе с тем, и некоторые теоретические данные, и результаты экспериментов помогут музыкантам-практикам освоить «механизмы» исполнительского контроля, реализуемого в области звукоизвлечения и звукообразования.

Исполнительский аппарат музыкантов, играющих на духовых инструментах, является наиболее сложным в сфере инструментального искусства. Во-первых, он включает в себя компоненты (дыхание, губной аппарат, язык), которые сформированы природой для выполнения иных функций. Во-вторых, общеизвестно, что сложность системы, не оснащенной дополнительными элементами для стабилизации, провоцирует понижение уровня ее надежности. Указанные особенности позволяют провести четкую грань между звукоизвлечением и звукообразованием при игре на духовых инструментах. Данное различие характеризуется тем, что в результате действий исполнительского аппарата звук может не образоваться вообще.

Практикующие педагоги подчас утверждают, что нужно представить себе звучание во всей его красоте и затем осуществлять звукоизвлечение. Ошибочность данной рекомендации для

начинающих исполнителей очевидна. Не обладая абсолютным слухом, не имея четких представлений о звукоизвлечении, учащийся едва ли способен предслышать, а затем воспроизвести образцовое звучание¹. Более того, при отсутствии целесообразно организованных игровых движений качественный звук является исключением из правил.

Несомненно, контроль над деятельностью исполнительского аппарата осуществляется исходя из конечного (т. е. звукового) результата посредством афферентной системы, объединяющей множество субсистем. Она передает в центр полученную информацию об итоге действий. Одновременно центральная нервная система получает обратную афферентацию о работе каждого из компонентов исполнительского аппарата. Разумеется, главным инструментом контроля полученных результатов является слуховое восприятие. Если полученное звучание не соответствует тем или иным критериям, действия исполнительского аппарата подвергаются коррекциям, и эффекторный процесс повторяется. Так продолжается вплоть до ожидаемого совпадения замысла и результата.

Процесс целенаправленных занятий на инструменте сопровождается автоматизацией временных нервных связей, превращением их в условные рефлексы. Психологи называют соответствующие явления навыками первого, второго и т. д. порядка. Последнее означает, что навыки, приобретенные в процессе жизнедеятельности, образуются не только под непосредственным воздействием внешних раздражителей. Условные рефлексы возникают и опосредованно. По этой причине отдельные недостатки в игре весьма трудно поддаются исправлению, поскольку не ясно, что стимулировало их возникновение. Дополнительные сложности провоцируются интерференцией навыков, возникших благодаря образованию рефлекторных цепей.

Разумеется, автоматизация исполнительских действий представляет собой процесс, который длится годами, ведь механизмы дыхания или движения губного аппарата у играющего на духовом инструменте являются (и должны быть) вариативными. Они зависят от состояния внутренней (самочувствие) и внешней (температура, влажность воздуха и т. п.) среды. Поэтому стабильность и единообразие звуковых результатов обеспечиваются не жестко зафиксированными движениями, а, напротив, множественностью вариантов, порождаемых адаптацией человека к игре на духовом инструменте [3].

Сроки формирования исполнительских навыков обуславливаются не только врожденными задатками, но и вполне объективной специфи-

кой афферентной системы. Так, многообразную экстероцептивную информацию, поступающую от компонентов системы звукоизвлечения и звукообразования, начинающий музыкант воспринимает сразу же, руководствуясь ею при контроле собственных действий. Интероцептивные сигналы осознаются в течение года, проприоцептивные коррекции формируются 5–7 лет.

Однако вышеуказанное осмысление чувственной регуляции механизмов, сопутствующих звукоизвлечению и звукообразованию, вовсе не свидетельствует о завершенности процесса формирования соответствующих навыков. Варьирование физиологически допустимых константных характеристик каждого из компонентов исполнительского аппарата, необходимое для осуществления звукоизвлечения и звукообразования, протекает в зависимости от возраста. По мере взросления или старения организма изменяются и свойства афферентной системы. К примеру, в возрасте 14–17 лет у человека происходит, как правило, резкое улучшение моторных коррекций. Следовательно, скорость возбуждения и торможения нервных процессов возрастает, а вместе с ней повышается и функциональная роль афферентации.

Первоначальная автоматизация действий компонентов исполнительского аппарата на уровне условных рефлексов у играющего на духовом инструменте формируется только при активном участии музыкального слуха. Будучи главной движущей силой обратной афферентации при звукоизвлечении и управлении звучанием, слух предоставляет коре головного мозга (уровень замысла) информацию о результатах деятельности. Исходя из этого, центральная нервная система вносит коррективы в работу как всего исполнительского аппарата, так и его компонентов: повторение эффекторного процесса характеризуются обновленной программой действий.

Получение звука заданной высоты при игре на духовом инструменте обуславливается максимально точным согласованием усилий губного аппарата и дыхания (самоочевидный фактор – действия рук по удержанию инструмента и управлению механикой). Координация работы указанных компонентов изучалась нами посредством эксперимента с использованием специально разработанных методов исследования (их подробное описание см.: [4; 5]). В частности, подразумеваются:

1. Тензометрия трости. Для визуального наблюдения за деформациями трости при игре, перевода механических колебаний в электрические и записи флуктуаций, сопутствующих звукообразованию, посредством многоканального самописца, на перо трости наклеивался прово-

лочный тензодатчик. Электрическое сопротивление последнего варьировалось при малейших изменениях формы. Метод позволял наблюдать и фиксировать действия губного аппарата.

2. Выявление колебаний и визуализация воздушного давления в ротовой полости при игре на духовом инструменте. Для решения поставленной задачи в указанную полость через угол рта музыканта вводилась тонкая трубка, соединяемая с манометром, что позволяло наблюдать за флуктуациями воздушного давления при игре. Перевод механического движения внутри манометра в электрические сигналы осуществлялся посредством тензодатчика, который наклевался на трубку Бурдона. Инерционность обеих трубок не выходила за пределы допустимых погрешностей.

3. Электропневмография внешних дыхательных движений. Данный метод предусматривал опоясывание стенок грудной клетки и брюшной полости аналогично механической пневмографии. При этом вместо известных капсул Маррея использовались переменные резисторы, что позволяло переводить механические флуктуации в электрические сигналы.

Все вышеуказанные датчики обладали линейными характеристиками. Тензодатчики подключались к штатной тензостанции общепринятыми методами. Переменные резисторы, как и пневмодатчики, включались в цепь согласно мостовому принципу. Вся информация, поступающая с датчиков, одновременно записывалась на бумагу в виде соответствующих линий многоканальным самописцем, что позволяло анализировать и сопоставлять полученные данные. Эксперименту была присуща качественная, а не количественная направленность, поскольку точные цифровые данные не подлежали обобщению в силу большого разброса показаний. Последние, как известно, зависят от индивидуальных свойств инструмента (отзывчивость, рассеивание звуковых колебаний в материале, акустические особенности), губ (степень упругости, диссипации), дыхания (согласованность воздушного давления в ротовой полости с прижимным усилием губного аппарата), трости (жесткость материала). Поэтому представлялось возможным оценивать лишь качественные изменения, т. е. динамику работы наблюдаемых компонентов.

В эксперименте принимали участие три музыканта; уровень игры каждого из них соответствовал начинающему исполнителю. Испытуемым надлежало овладеть одним фаготным звуком («нотой»), который ими ранее не извлекался.

Анализ зафиксированных результатов показал, что первое звукоизвлечение отличалось большой неточностью действий губного аппара-

та и дыхания. При этом наблюдалась чрезмерность или недостаточность прилагаемых усилий в одном или двух компонентах исполнительского аппарата. Руководствуясь собственным слуховым контролем, испытуемые вносили коррективы в осуществляемые действия, и после 5–7 извлечений звука достигались вполне удовлетворительные итоги. Таким образом, начинающими исполнителями предвосхищались необходимые и достаточные усилия губного аппарата и дыхания, способствующие достижению приемлемого результата в управлении звучанием.

Таким образом, память, фиксирующая движения, благоприятствовала формированию основы для предваряющей афферентации. Подобное явление нередко именуется экстраполяцией, т. е. предвидением элементарных событий будущего. Однако, несмотря на очевидную близость соответствующих понятий и терминов, между ними существует заметное различие. Основой экстраполяции преимущественно является мышление, а предваряющей афферентации – чувственный опыт. Разумеется, при игре на духовых инструментах указанный опыт приобретает благодаря первостепенной роли, которая отводится коре головного мозга. Вследствие многократных повторений, ориентируемых на решение той или иной задачи, действия исполнителя (движения и ощущения) произвольно фиксируются «специализированными» отделами памяти, причем запоминаются все результаты, включая ошибочные. Поэтому особенно важными представляются целенаправленность и корректность движений, тогда как злоупотреблять количеством повторений не следует.

Число повторений, сопутствующих решению той или иной задачи, не должно превышать десяти попыток. Данное количество в равной степени приемлемо для слабой или сильной нервной системы. Заметим, что различия между ними не влияют на интеллектуальные способности, однако сильная нервная система отличается большей выносливостью – она способна выдерживать более двадцати безошибочных повторений. Соответствующий потенциал слабой нервной системы ограничивается меньшим числом. Достигнув установленной границы работоспособности², мозг начинает ошибаться, и подобные ошибки запечатлеваются в памяти. Исходя из этого, после многократных повторений того или иного фрагмента пьесы или упражнения следует временно перейти к другому материалу, предоставив отдых соответствующим нервным клеткам. В целом, грамотно организованная работа без перенапряжения мозга содействует образованию условно-рефлекторных связей без накопления ошибок.

Благодаря предваряющей афферентации необходимые мышечные усилия могут быть «запрограммированы» музыкантом до начала звукоизвлечения. Это способствует формированию стабильного звучания в параметрах, предусмотренных замыслом. Иначе говоря, эффекторный процесс фактически наделяется устойчивым «фундаментом». Однако после начала звукообразования ведущая роль в регуляции звучания принадлежит обратной афферентации. Последняя генерализованным потоком направляет в мозг получаемые данные слуховой и мышечной рецепции для оценки соответствующего результата и внесения корректировок в работу исполнительского аппарата, если обнаруживается необходимость подобных исправлений. Указанную деятельность можно уподобить кругообразному движению. Верхней частью соответствующего «круга» является головной мозг – источник нервных импульсов замысла и предваряющей афферентации. Эти импульсы формируют целостный эффекторный процесс³, в свою очередь, приводя в движение исполнительский аппарат. Его функционирование сопровождается обратной афферентацией, направляющей своеобразный «отчет» на вершину центральной нервной системы и замыкая «круг» описываемой деятельности.

Как известно, подобная информация (афферентная и эфферентная) фиксируется посредством электрических импульсов, передаваемых по длинным нервным волокнам (аксонам), причем указанные сигналы характеризуются различными параметрами⁴. Согласно исследованиям Н. Бехтеревой (см.: [6]), в процессе автоматизации тех или иных действий информационные потоки обычно кодируются на двух уровнях. При образовании условно-рефлекторной связи первоначальная реакция на изменения среды (раздражение или возбуждение) сопровождается формированием компрессированного кода, направляемого в центральную нервную систему. Данный сигнал выполняет функцию своеобразного ключа. Под воздействием компресси-

рованного кода мозг направляет на периферию развернутый паттерн, который предопределяет дальнейшую реакцию организма на какие-либо явления внутренней или внешней среды.

Учитывая изменчивость условий, при которых осуществляется игра на духовых инструментах, следует признать, что оба указанных паттерна (и компрессированный, и развернутый) обладают гибкостью и вариативностью. Помимо этого, длительность латентного периода реакции зависит от скорости прохождения сигнала по аксонам⁵.

Следует особо подчеркнуть, что образование паттернов мозговой деятельности не поддается контролю сознания. Вот почему навыки, сформировавшиеся вследствие неверных движений и действий, исправляются крайне сложно.

Безусловно, деятельность центральной нервной системы при игре на духовых инструментах отличается ярко выраженным целостным характером. Соответствующая декомпозиция возможна лишь в целях изучения тех или иных явлений, свойственных исполнительству. Осуществление ряда неспецифических функций, порученное определенным подсистемам организма, сопровождается адаптационными процессами, отличными от привыкания. Указанные процессы характеризуются выходом за пределы допустимых сдвигов физиологических констант, оказывают воздействие на экстраполяцию, обратную афферентацию, эффекторные механизмы и т. д. Тем не менее, адаптивные возможности человеческого организма чрезвычайно велики, что позволяет, благодаря руководству центральной нервной системы и «специализированных» отделов памяти (движения и ощущения), с высокой степенью точности согласовывать действия приоритетных компонентов исполнительского аппарата и успешно реализовывать потенциал предваряющей адаптации. Последняя обуславливает возможность звукоизвлечения и управления звучанием при игре на духовых инструментах.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Встречаются и «обманы слуха», когда говорящий или поющий человек не узнает свой голос в аудиозаписи. Такое же явление характерно и для играющего на духовом инструменте, неадекватно воспринимающего подлинный звуковой результат собственной деятельности.

² Определение выносливости нервной системы требует специализированных исследований, которые не представляются возможными в музыкальном учебном заведении. Впрочем, опираясь на уже известные научные сведения, представляется возможным утверждать, что 10 повторений не оказывают вреда в процессе занятий любого музыканта.

³ Указанный процесс ориентируется на формирование «идеального образа», к созданию которого должна быть устремлена деятельность нервной системы и исполнительского аппарата. Если названному образу не присущи ясные очертания в сознании играющего, столь же невнятной будет и обратная афферентация.

⁴ На распознавании сигналов, обладающих различными параметрами, основывается и работа компьютера.

⁵ Проводимость нервных путей у людей различна. Отсюда проистекают и различия в скорости реакций и быстроте действия компонентов исполнительского аппарата, которое приобретает столь большое значение в процессе формирования и развития исполнительской техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афферентация обратная и измененная: значение и принципы. URL: <http://neurodoc.ru/anatomy/afferentaciya.html?ysclid=l60pwn1rh96434171> (дата обращения: 25.04.2022).
2. Особенности физиологических механизмов двигательных навыков – Экстраполяция. URL: <https://www.fizkulturaisport.ru/biologiya/fiziologiya/140-osobennosti-fiziologicheskix-mexanizmov-dvigatelnyx-navykov> (дата обращения: 10.04.2022).
3. Адаптация. URL: <https://psychology.academic.ru/%D1%8F> (дата обращения: 20.04.2022).
4. *Леонов В. А.* Теоретические основы исполнительства на фаготе (системный анализ и методология исследования компонентов исполнительского процесса): дис. ... д-ра иск. (17.00.02). М., 1993. 295 с.
5. *Леонов В. А.* Функции дыхания, губного аппарата, языка и их взаимосвязи при игре на фаготе: дис. ... канд. иск. (17.00.02). М., 1988. 161 с.
6. *Бехтерева Н. П., Бундзен П. В., Гоголицын Ю. Л.* Мозговые коды психической деятельности. Л.: Наука, 1977. 165 с.

REFERENCES

1. Afferentatsiya obratnaya i izmenennaya: znachenie i printsipy [The afference reversed and modified – the meaning and principles]. URL: <http://neurodoc.ru/anatomy/afferentaciya.html?ysclid=l60pwn1rh96434171> (date of application: 25.04.2022).
2. Osobennosti fiziologicheskikh mekhanizmov dvigatel'nykh navykov – Ekstrapolyatsiya [Features of the physiological mechanisms of motor skills – Extrapolation]. <https://www.fizkulturaisport.ru/biologiya/fiziologiya/140-osobennosti-fiziologicheskix-mexanizmov-dvigatelnyx-navykov> (date of application: 10.04.2022).
3. Adaptatsiya [Adaptation]. URL: <https://psychology.academic.ru/%D1%8F> (date of application: 20.04.2022).
4. *Leonov V.* Teoreticheskie osnovy ispolnitel'stva na fagote (sistemnyj analiz i metodologiya issledovaniya komponentov ispolnitel'skogo protsesssa) [Theoretical foundations of bassoon performance (System analysis and methodology for researching the components of the performing process)]: Dr. Sci. Thesis. Moscow, 1993. 295 p.
5. *Leonov V.* Funktsii dykhaniya, gubnogo apparata, yazyka i ikh vzaimosvyazi pri igre na fagote [Functions of breathing, and lip apparatus, and tongue, and their relationship for playing the bassoon]: Ph. D. Thesis. Moscow, 1988. 161 p.
6. *Bekhtereva N., Bundzen P., Gogolitsyn Yu.* Mozgovye kody psikhicheskoy deyatel'nosti [Brain codes of mental activity]. Leningrad: Nauka, 1977. 165 p.

Леонов Василий Анатольевич

доктор искусствоведения, профессор кафедры духовых и ударных инструментов
Ростовская государственная консерватория им. С. В. Рахманинова
Россия, 344002, Ростов-на-Дону
professorleonov@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-1500-1252

Vasily A. Leonov

Dr. Sci. (Arts), Professor at the Department of Wind and Percussion Instruments
S. Rachmaninov Rostov State Conservatory
Russia, 344002, Rostov-on-Don
professorleonov@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-1500-1252