

Е.Н. Винарская, д-р мед. наук

(Московский городской педагогический университет),

Р.А. Кууз, канд. мед. наук, **М.А. Ронкин**, д-р мед. наук

(Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова),

Г.И. Фирсов

(Институт машиноведения им А.А. Благонравова РАН, Москва)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АФФЕРЕНТНОГО И ЭФФЕРЕНТНОГО СИСТЕМНОГО СИНТЕЗА В ПОСТУРАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Рассматриваются вопросы использования оценок топологической размерности для описания процессов, протекающих во время афферентации и эфферентного сенсорного синтеза в задачах поструральной активности человека.

Ключевые слова: поструральная активность, эфферентный синтез, познотоническая синергия, адаптивное поведение.

Анализ топологических аспектов афферентного и эфферентного синтеза [1] задачи поструральной активности человека демонстрирует, как в дополнительном взаимодействии афферентного и эфферентного синтезов сенсорной информации реализуется влияние центра на периферию (осознанного прогнозируемого конечного результата поведения на операционные усилия по его достижению), равно как и периферии на центр (операционной информации от эффекторов и среды на программы, реализующие прогнозируемый результат).

Обратимся к рис.5а, представленному на стр. 17 работы [2]. На нем хорошо видно, что площадь опорного контура с топологической размерностью 2 много больше площади, на которую проецируется общий центр тяжести, и контур этой последней площади неопределенен, статистичен. Другими словами, он фрактален. Обращает на себя внимание при этом значительная избыточность механизма позной устойчивости у взрослого здорового человека: площадь топологического идеала позы значительно превышает площадь ее фрактальной реализации. Надо полагать, что в случае нарушений равновесия площадь фрактального контура должна становиться шире и, когда фрактальный контур перекроет топологический, произойдет факт потери равновесия, отолиты придут в возбужденное состояние и возникнет врожденный лабиринтно-тонический рефлекс, восстанавливающий нарушенную позу тела. До этого момента отолитовой рецепции не возникает из-за ее сравнительно высокого порога, чего, однако, нельзя сказать о сопутствующих градуальных компонентах кожной и мышечно-суставной рецепции. Образно говоря, пространство внутри опорного идеального контура есть зона условно-рефлекторных кожных и мышечно-суставных рецепций, которые постепенно все активнее берут на себя задачу поддержания равновесия путем выработки соответствующих позно-тонических мозжечковых синергий. Эти синергии включаются по мере тренировки субъекта все раньше и раньше, – задолго до момента сближения фрактального контура с идеальным топологическим. Соответ-

ственно площадь внутри топологического контура устойчивости прогрессивно сокращается, в идеале она стремится к точке (топологическая размерность 0). Этот идеал устойчивости, как и всякий идеал, является абстракцией. На практике фрактальный контур устойчивости лишь более или менее к нему приближается. В целом, если нарушения условно-рефлекторной кинестетической позы статики знаменуются удлинением радиус-вектора стабилотомы по отдельным или сразу всем направлениям, то ее тренировка – укорочением радиус-вектора.

Имея в виду, что отолитовая реакция восстановления нарушенного равновесия имеет эмоционально отрицательное оборонительное подкрепление, а кинестетическая реакция его поддержания и сохранения – эмоционально положительное ориентировочно-исследовательское, можно обозначить первую топологическую размерность в форме диска (2) оборонительной, а вторую в форме точки (0) – ориентировочно-исследовательской. Соответственно получаем наглядную модель управляющего механизма позы статики, активность которого разворачивается, если говорить о субъективном плане поведения, в зоне преобразования эмоционально отрицательного оборонительного рефлекса во все более совершенные эмоционально положительные ориентировочно-исследовательские реакции. В объективном плане в этой зоне происходит принципиальное изменение афферентационной стороны позы статики: градуальная кожная и мышечно-суставная чувствительность из сопутствующей отолитовым реакциям и безразличной субъекту становится ведущей наиболее субъективно ценной в поведенческой реакции. Благодаря активности предмозжечковых ядер, коры и ядер мозжечка формируется кинестетическое чувство массы.

Следует также отметить, что зона эмоционально положительных ориентировочно-исследовательских реакций в этой модели есть зона мотивационного оптимума личности применительно к такому виду поведения как поза статика.

Итак, в адаптивном поведении афферентный и эфферентный сенсорные синтезы взаимодополнительны: афферентный синтез адаптирует поведение к общественно результативным нормативам, эфферентный синтез – к текущим обстоятельствам на исполнительской периферии. Побочным, но не менее важным эффектом эфферентного синтеза является также втягивание в афферентацию поведенческого акта избыточных степеней свободы системы и подспудное операционное воспитание новых сенсорных синтезов. В определенных условиях внешней среды эти сенсорные синтезы получают субъективную ценность, приобретают нормативные черты и становятся системообразующими ориентирами иерархически более сложных афферентных синтезов. (Кстати, из этих положений следует, что понятия афферентный синтез и сенсорный синтез не одно и то же).

Так, в процессе эфферентного синтеза позы статических двигательных актов складываются сенсорные синтезы, необходимые для управления локомоциями; в процессе эфферентного синтеза локомоторных движений формируются нормативные сенсорные идеалы управления предметной метрикой движений; наконец, в процессе эфферентного синтеза движений предметной метрики формируются нормативные идеалы предметных действий – амодальностные двигатель-

ные матрицы или команды праксиса. Отметим, что, став амодальностными, двигательные управляющие матрицы теряют свою эмоциональную выразительность.

Интересно, что по отношению к слову, обозначающему то или иное действие, амодальностные двигательные матрицы или команды праксиса при всей предметной законченности каждой из них составляют все вместе опять фрактальный ряд с дробной размерностью (ряд движений забивания гвоздя, чистки зубов, вдевания нитки в иголку и пр.)

В фило-онтогенетической динамике эфферентного синтеза отдельные виды рецепции проходят путь от случайного и безразличного для данной адаптивной реакции компонента до ведущего звена всего процесса, становясь подчас даже его нежелательными компонентами, в связи с чем они активно затормаживаются. Этот путь зрительной рецепции можно пронаблюдать на примере позной активности.

Так, для эфферентного синтеза движений восстановления нарушенного равновесия (средний отдел ствола мозга) зрительная информация безразлична, ибо время соответствующих реакций слишком велико. Для сохранения равновесия (верхний отдел ствола мозга) зрительная информация способствует кинестетической чувствительности усилий и напряжений решению двигательной задачи. Для локомоций (подкорковый таламо-паллидарные структуры) она становится еще более существенной в достижении внешнего по отношению к организму топологического идеала движения, что ведущая на этом уровне управления кинестетическая чувствительность углов и скоростей, естественно, обеспечить не может. Для метрически точных и ловких предметных движений (проекционные отделы коры) – движений, которые, по выражению Н.А. Бернштейна, толкают, давят, тянут, передвигают, бросают т.п. [3] зрительная информация становится ведущей. Эта ее ведущая роль усиливается и в осуществлении предметных действий, где прежде всего зрительные предметные представления позволяют выбрать адекватную психологическому смыслу предмета двигательную матрицу (программу движений). В целом, зрение принимает участие в кинестетических комплексах с того момента, когда в поведении организма становится необходимой адаптация к внешней среде. Его роль растет параллельно с ростом и усложнением этой потребности [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Винарская Е.Н., Кууз Р.А., Ронкин М.А., Фирсов Г.И.* Топологические аспекты афферентного и эфферентного системного синтеза в задачах изучения поструральной активности человека // Информатика и системы управления. – 2009. – № 4(22). – С.44-46.
2. *Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л.* Регуляция позы человека. – М.: Наука, 1965. – 256 с.
3. *Бернштейн Н.А.* Современные искания в физиологии нервного процесса. / под ред. И.М.Фейгенберга, И.Е.Сироткиной. – М.: Смысл, 2003. – 330 с.
4. *Винарская Е.Н.* Сознание человека. Взгляд с научного перекрестка. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 376 с.

E-mail: cfpd@amur.ru.