

УДК 612.821

О РОЛИ КИНЕСТЕТИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В УПРАВЛЕНИИ СТАТИКОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЫ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

© **Винарская Елена Николаевна**, **Фирсов Георгий Игоревич**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, Москва, Россия
firsovgi@mail.ru

Аннотация. Рассматривается роль кинестетической чувствительности в поддержании равновесия тела человека в вертикальной позе. Показано, что везде, где разнородные по характеру сенсорных синтезов кинестетические интеграции способствуют адаптивному совершенству двигательных актов, будь то статика или кинетика позы, локомоция или предметное действие, можно говорить об их значении в качестве функционального средства эфферентного синтеза.

Ключевые слова: *поза, позы, автоматизмы, кинестетическая чувствительность.*

ON THE ROLE OF KINESTHETIC SENSITIVITY IN THE CONTROL OF THE STATIC VERTICAL POSTURE OF THE HUMAN BODY

Vinarskaya Elena Nikolaevna, **Firsov Georgy Igorevich**

The federal state budgetary establishment of science the Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. Examines the role of kinesthetic sensitivity in maintaining the equilibrium of the body in a vertical position. It is shown that wherever dissimilar in character touch syntheses kinesthetic integration contribute to adaptive perfection of motor acts, whether static or kinetic posture, locomotion, or subject, to talk about their value as a functional means of efferent synthesis.

Key words: *posture, postural automatisms, kinesthetic sensitivity.*

Понятие "кинестетическая (в переводе с греческого - двигательная) чувствительность" не относится к числу строгих терминов и употребляется в научном языке как в более узком, так и в более широком интегративном смысле слова [1 - 5]. Это положение создано не случайно, на что обращал внимание уже Р. Магнус. Позволим себе привести выписку из его труда: "Поддержание положения тела и равновесия обуславливается и сохраняется афферентными возбуждениями, которые исходят от различных органов. Спрашивается, не можем ли мы изучать эти афферентные возбуждения так, как мы привыкли это делать, например, при зрительных и слуховых возбуждениях, т.е. посредством субъективного анализа исходящих от них ощущений. ...этот способ... при изучении равновесия тела... совершенно не пригоден... у нас нет участка коры для статических восприятий... мы должны выводить наше суждение о положении тела и равновесии из ряда различных вторичных афферентных возбуждений, которые доставляются нам от лабиринтов, мышц и суставов, органов осязания и давления, от глаз. Эти возбуждения, как определенные компоненты, часто остаются подпороговыми, не доходя до сознания". ([6], стр.10).

Интегративный характер кинестетической чувствительности был подтвержден экспериментально Гурфинкелем В.С., Липшицем М.И., Поповым К.Е; авторы пишут: "...результатирующее кинестетическое восприятие формируется путем интеграции афферентации различной модальности в единый сенсорный комплекс" [7].

В своем фундаментальном труде о построении движений человека Н.А. Бернштейн [8] подчеркнул, что сенсорные синтезы на различных иерархических уровнях двигательной системы всегда полимодальны, и чем выше уровень управления, тем сенсорный синтез оказывается все более "отодвинутым от первичных рецепций", все более обобщенным и опосредованным следами прошлого опыта. Следовательно, кинестетических (двигательных) чувствительностей, в широком интегративном смысле слова может быть несколько, - каждый со своей структурой сенсорных компонентов, зависящей от решаемых на данном уровне двигательных задач.

Говоря, в частности, об управлении движениями на самом элементарном из выделенных им иерархических уровней - рубро-спинальном уровне А, к которому имеют отношение такие нервные образования как спинной мозг, мозжечок, ствол мозга с его нижним, средним и верхним отделами и, следовательно, с интересующими нас безусловно-рефлекторным и условно-рефлекторным центрами равновесия, Н.А. Бернштейн упоминает проприорецепцию, обеспечивающую восприятие величины и направления мышечных напряжений и усилий, рецепцию отолитовых аппаратов уха и древнейшие компоненты кожной рецепции. Весь комплекс этих ощущений, объединенный "в довольно несложный синтез, сигнализирует животному о положении и направлении его тела в поле тяготения и, что может быть является наиболее существенным для координации, о величинах растяжения (по длине) и напряжения (по силе) скелетных мышц". ([8], стр.50).

Другой вид кинестетической (двигательной) чувствительности представляет собой "сенсорный синтез", управляющий деятельностью иерархически следующим, по Н.А. Бернштейну, таламо-паллидарным уровнем В. Ведущая роль на этом уровне по-прежнему принадлежит мышечно-суставной чувствительности, но уже иной, чем это было ранее. "...здесь преобладает новая суставно-угловая, геометрическая проприорецепторика скоростей и положений" ([8], стр.65), к которой присоединяются разнообразные формы кожной чувствительности, тогда как вестибулярные рецепции отсутствуют. Интеграция соответствующих ощущений представляет организму его собственное тело под углом зрения осуществляемых телом движений, хотя и безотносительно к чему-либо находящемуся вовне его, т.е. движений типа обширных синергий, склонных к ритмическим качательным повторениям с очень разнообразными и сложными, но точно воспроизводимыми от раза к разу, узорами, двигательными формулами.

В оба из упомянутых "сенсорных синтезов" входят принципиально те же компоненты, которые имеют в виду эволюционные неврологи, когда они говорят о становлении позной активности человека [9 - 13].

О кинестетической чувствительности еще более высокого коркового иерархического уровня свидетельствуют нейрофизиологические работы. Так, в разных участках соматосенсорной области коры обнаружены как зоны с избирательным представлением сенсорных модальностей, так и зоны с перекрывающимися проекциями от рецепторов разных модальностей [14]. Поле 3а, получающее значительную часть проекций от мышечных афферентов, содержит нейроны, отвечающие на раздражение как мышечных, так и кожных нервов [15]. На нейронах поля 4 конвергируют мышечные и суставные рецепторы [14].

Более поздние исследования школы В.С. Гурфинкеля показали, что переработка сенсорной информации, связанная с поддержанием равновесия в вертикальной позе и проявляющаяся в избирательном повышении кинестетической чувствительности, тем не менее не сопровождается соответствующим повышением чувствительности спинальных рефлекторных дуг (активность мышечных веретен!) и, следовательно, кинестетическая чувствительность к спинальным уровням управления движениями отношения не имеет [16, 17].

Интегрированные под углом зрения количественных пространственно-временных отношений, кожные, суставные, мышечные и вестибулярные (отолитовые) первичные рецепции обеспечивают то активное чувство массы, о котором писал Ариенс Капперс [18]. К творению этого сенсорного чуда, видимо, имеют отношение предмозжечковые ядра, сигнализирующие в центральную нервную систему о величине опосредованной силой земного тяготения массы тела, - массы тела, которую необходимо активно удерживать в вертикальной позиции над ограниченной плоскостью опоры.

Изучение порогов кинестетической чувствительности в процессе восприятия пассивного движения голеностопного сустава в верхне-нижнем направлении (по методу "процедуры Фехнера", описанной К.В. Бардиным [19, 20]) показало, что они возрастают при переходе испытуемых из позиции сидя в позицию стоя в 5-10 раз. Этот эффект наблюдался и в том случае, когда в контрольном эксперименте на коленях у сидящих испытуемых находился пассивно лежащий груз, эквивалентный весу их тела. Если учесть, что характерная амплитуда изменения угла в суставе при спокойном стоянии составляет около 0,2 градуса, а скорость изменения суставного угла бывает, как правило, больше, чем в их опытах, то становится ясно, что для человека возможно текущее восприятие и осознание движений голеностопного сустава с амплитудой около 0,1 градуса [7].

Отдельные подвиды кинестетической чувствительности формируются в процессе активного освоения ребенком позной статики, локомоторных актов и предметных действий. Вестибулярная (отолитовая) регуляция позной активности хороша для целей восстановления уже свершившегося нарушения равновесия посредством использования готовых, опробированных в видовом опыте двигательных автоматизмов (синергий), которые не требуют текущего контроля за их выполнением, и которые нет необходимости прогнозировать. Относительная инертность отолитовых рецепций тоже не препятствует регуляции равновесия тела по оценке конечного результата поведенческого акта.

Другое дело, когда перед организмом возникает адаптивная цель не восстанавливать равновесие, а предупредить саму возможность его нарушения. Для этого отолитовые реакции оказываются непригодными: их пороги слишком высоки, время срабатывания слишком велико, а период восстановления работоспособности слишком длинен. Да и реализующие реакцию выработанные в видовом опыте стандартные синергии мало пригодны для текущего контролирования вертикальной позы тела. Начинается интеграция отолитовых рецепций с сопровождающими их суставно-мышечными рецепциями. Именно эти последние рецепции, получая особую субъективную ценность, подвергаются прогрессивному условно-рефлекторному развитию, вместе с чем совершенствуется и механизм управления позной активностью.

Надо полагать, что сбалансированные величины напряжения сгибательных и разгибательных мышц, фиксирующих в адекватной позиции то или иное сочленение, подвергаются тончайшей регулировке. Возрастание напряжения разгибательных мышц, перемещая вектор тяжести тела (или его части) кзади, изменяет афферентацию предмозжечковых ядер, что формирует поправочный рост эфферентной импульсации к соответствующим сгибателям и наступает перемещение вектора тяжести кпереди; Это перемещение происходит до тех пор, пока оно не станет чрезмерным и не породит сигнал от предмозжечковых ядер, требующий усиления разгибательного напряжения мышц. Надежность такого саморегулирующегося механизма, по-видимому, повышается тем, что рецепция сухожильных телец Гольджи усиливается при растяжении мышцы, а мышечных веретен - при ее сокращении, т.е. в связи с его дублированием. И все эти ничтожные сдвиги в степени напряжения и растяжения взаимодействующих сгибательно-разгибательных мышечных групп объективно отражаются рецепторами и субъективно переживаются человеком как некое и качественно, и локально весьма неопределенное ощущение, как "темное мышечное чувство". (И.М. Сеченов).

Ожидать большей определенности от ощущений, связанных с операционным планом двигательного поведения нельзя, да и не нужно. Вряд ли можно было бы так тонко управлять позной активностью, если бы каждое смещение вектора тяжести тела и его отдельных частей подвергалось четкому осознанию: человек оказался бы в ситуации сороконожки, размышляющей над тем, какой ножкой, как и в какой последовательности двигать. Малая осознаваемость кинестетической чувствительности - ее достоинство, как чувствительности, обеспечивающей операционный процессуальный план позной активности [21].

Участие отолитовой, мышечно-суставной и примитивной кожной чувствительности в операционном (процессуальном, континуальном) контроле за позной активностью мышц неизбежно ведет к обобщению и интеграции этих видов чувствительности в единую кинестетическую чувствительность - инструмент адаптивного поведения организма в поле земного тяготения.

В свете концепции П.К. Анохина относительно системной структуры поведения можно думать, что эта интеграция есть ни что иное, как эфферентный синтез - одна из форм обратной афферентации. В процессе локомоторных актов или произвольных движений рук эфферентный синтез обеспечивает адекватное развертывание последовательности программ, реализующих данное целенаправленное действие, со своевременным санкционированием завершения каждой предшествующей из них и возможности перехода к каждой последующей.

В статической позной активности эфферентный синтез также имеет процессуальный (континуальный) характер, обеспечивающий гладкие непринужденные переходы от одной операционной программы ко второй, от нее к третьей и, если нужно, к последующим в зависимости от развития утомления в работающих мышцах и по мере изменения операционных условий данной двигательной задачи (изменений доминирующей и обстановочной афферентации). В роли обратной афферентации, санкционирующей конечный результат статической позной активности используется прежде всего вестибулярная (отолитовая), а также зрительная рецепция.

Г.Ц. Агаян [22] в своем исследовании позной активности спортсмена-стрелка предлагает следующую блок-схему эфферентного синтеза. Он говорит о двух кругах обратной афферентации (OA_1 и OA_2). OA_1 - это финальная санкционирующая афферентация от конечного результата поведения или от завершившейся реализации одной из его программ-квантов действия; она может играть роль пусковой афферентации по отношению к другой такой квантованной программе; OA_2 - это континуальная афферентация от параметров эффекторов и среды.

В системе психологических представлений о структуре деятельности обратная эфферентная афферентация представляется процессом операционным, связанным по природе своей с текущими сменяющимися друг друга кинестетическими образами; обратная же санкционирующая афферентация, будучи связанной с прогнозируемым образом целенаправленного действия, должна быть более определенной; в случае осознаваемого целенаправленного действия - это уже не образ, а устойчивое вербализованное представление.

С усложнением адаптивного поведения в поле земного тяготения: вертикализацией позы тела, повышением требований к ее стабильности, с развитием локомоций и произвольных предметных движений рук требования к эфферентному кинестетическому синтезу возрастают, что ведет к дальнейшему развитию и кинестетической чувствительности. В этом отношении можно говорить о двух типах ее развития.

Оба пути развития кинестетического эфферентного синтеза в процессе управления позной активностью стимулируются одним и тем же обстоятельством, а именно тем, что разрешающая способность кинестетической чувствительности становится адаптивно

недостаточной. Масса механорецепторов как измерительных приборов оказывается больше тех феноменов, которые они должны измерять: размеры телец Гольджи, как и мышечных веретен достигают нескольких миллиметров, и для их растяжения требуется работа больших мышечных масс, чем те, степень растяжения которых подлежит измерению. Возникает ситуация, которая была осознана в физике в начале XX века на материале изучения микромира [23 - 25].

"Анализ экспериментально полученных фактов в атомной физике заставил обратить внимание на зависимость их от способов наблюдения, от используемых измерительных инструментов - ведь приборы для измерения отдельных атомов сами не могут быть меньше одного атома. И, следовательно, нельзя пренебрегать эффектами их взаимодействия при трактовке полученных результатов. Одно и то же измерение, произведенное в одинаковых условиях над одним и тем же объектом, всегда должно давать одинаковый результат. Но мы не располагаем физическими средствами для создания строго одинаковых условий в микромире, например, для измерения отдельного электрона, ведь для этого нужны какие-то несуществующие субэлектронные средства контроля" [26].

В нашем случае мышечная активность, необходимая для совершенствования адаптивно значимого эфферентного синтеза, становится субъективно ненаблюдаемой, что, естественно, влечет за собой поиск новых средств самонаблюдения.

Для крупных мышц, играющих основную роль в позной статике и фиксирующих суставы позвоночника и проксимальных отделов конечностей главным образом, развитие эфферентного синтеза может пойти, как это можно видеть на материале поддержания асан йоги, по линии повышения биомеханической устойчивости позы, когда кинестетическая чувствительность, хотя и не становится излишней, но ее субъективная ценность падает. В асанах йоги, выполняемых мастерами, активный аспект регулирования позной активности сводится к минимуму, - мышцы как можно больше расслабляются, а ее биомеханический аспект - доводится до максимума, - поза строится с таким расчетом, чтобы образовалась самодостаточная устойчивая конструкция из сопряженных масс и эластичных тяг. Появление живого мышечного напряжения в каком-либо звене такой конструкции и, следовательно, сенсорной активности свидетельствует о несовершенстве конструктивного решения асаны. Чем выше мастерство выполнения, тем показания кинестетической чувствительности минимальнее. Мастерское выполнение обнаруживает себя, по-видимому, не сложностью сенсорного рисунка, а его предельным упрощением. Соответственно такому упрощению сенсорного рисунка минимизируются и потоки кинестетической афферентации в процессе эфферентного синтеза, хотя к нулю они свестись не могут, поскольку их источником служат не только мышечные растяжения, но и связочные, не только мышечно-суставная чувствительность в целом, но и кожная, а иногда и вестибулярная.

При иерархическом строении системы управления движениями большую роль в эфферентном синтезе играют межуровневые афферентные потоки [27], которые минимизируются в том числе. Минимизируется в частности и четверохолмный ориентировочно-исследовательский рефлекс, как компонент межуровневых перешифровок. в ряде случаев он начинает выполнять своего рода сторожевую функцию, сигнализируя организму о нарушениях гладкого течения эфферентного синтеза, о его в чем-то непрогнозированной новизне.

Развитие эфферентного кинестетического синтеза в процессе локомоторной позной активности (ходьба, бег, прыжки и т.п.), а также в процессе позной активности рук, занятых предметными действиями, идет в принципиально ином направлении, ибо адаптивный смысл этих видов движений - в динамике, а не в статике: соответствующая биомеханическая система должна по мере выполнения двигательной задачи многократно перестраиваться, в силу чего площадь опорного контура и проекция на нее вектора тяжести не могут не меняться со всеми вытекающими из этого последствиями для структуры эфферентного

кинестетического синтеза. Поэтому кинестетическая чувствительность, используемая в эфферентном синтезе и нередко сопровождаемая дистантными зрительной и слуховой рецепциями, начинает все чаще не только сочетаться с ними, но и субординироваться им. Зрение и слух, бывшие важнейшими компонентами обратной афферентации, санкционирующей конечный результат двигательного поведения, становятся не менее важными компонентами текущего эфферентного синтеза. (По Н.А. Бернштейну, это уже уровень управления движениями С, функционирующий по принципу пространственного поля и обеспечивающий адаптивно целесообразную метрику подражательных локомоторных и предметных действий).

Так, в движении тела вперед его верхняя часть отклоняется по законам механики назад и тем больше, чем выше скорость движения. Этой компенсаторной позе, невыгодной с точки зрения ориентации в пространстве, помогает противостоять поток текущей зрительной афферентации. (У слепых, у которых это компенсаторное движение невозможно, туловище при ходьбе всегда отклонено назад). Бедность в зрительной и слуховой информации сведений о собственном теле, о работе его суставов и мышц восполняется сопряженной с нею и субординированной ей фоновой кинестетической чувствительностью.

Значение в текущем эфферентном синтезе зрительной или слуховой афферентации можно также видеть, наблюдая за работой токаря-инструментальщика или скрипача. У первого текущий самоконтроль возглавляется прежде всего зрительными впечатлениями, в соответствии с которыми варьируется позная активность рабочего. У второго - виртуоза скрипача глаза закрыты и его внимание полностью поглощается производимыми им звуками и их соответствием прогнозированным слуховым образам; при этом поза тела скрипача все время перестраивается в зависимости от движений рук, извлекающих звук: скрипач опирается то на левую, то на правую ногу, то нагибается вперед, то отклоняется назад, совершает различные качательные движения, иногда даже как бы приплясывает и подпрыгивает.

Строго говоря, предметом эфферентного синтеза в процессе произвольных предметных действий уже не является позная активность, как таковая, хотя думать о ее независимости от этого синтеза вряд ли возможно. Регуляция кинестетической чувствительностью позной активности становится фоновым, в терминологии Н.А. Бернштейна процессом, направляемым более обобщенными по отношению к двигательным единицам управления зрительно-слуховыми импульсами.

Таким образом, и в случае мастерского выполнения асан йоги, и в случае локомоции и произвольных движений рук контроль за позной активностью вновь становится субъективно наблюдаемым, правда, за счет смены точки отсчета в первом из них (статика позы) и за счет привлечения во втором (локомоция, предметные действия) к прямым наблюдениям (мышечно-суставным) косвенных (зрительных).

Так, собственно было в свое время и в физике: изучение микрочастиц было продолжено, во-первых, не только в абсолютной, но и в относительной системе координат, т.е. с расширением возможных точек отсчета; оно было, во-вторых, продолжено путем привлечения к прямому физическому эксперименту косвенных математических средств наблюдения.

Значение зрительной афферентации в управлении предметными движениями достигает максимума в микродвижениях типа "подковывания блохи" (гравировка надписей и рисунков на зернах и фруктовых косточках, изготовление микроминиатюр из золота, серебра и органических материалов или электромоторов-пылинок и т.п.) В таких движениях кинестетическая чувствительность не только перестает помогать достижению предметных целей, но и начинает этому мешать, а потому полностью затормаживается. Движения осуществляются только под зрительным контролем, ведомым памятью не конкретных

предметных образов, а уже их обобщенных представлений. (Уровень управления предметными действиями Д, по концепции Н.А. Бернштейна).

В такого рода работах становится невозможным копирование, ибо зрение не может информировать ни о величинах и направлениях мышечных напряжений, ни о суставно-угловых и скоростных параметрах мышечных сокращений, что необходимо для процессуального эфферентного синтеза копирующих движений. Кроме того темп кинестетически контролируемых движений слишком медленен для того, чтобы не зависеть от пульсовых колебаний, естественного тремора руки и т.п. Возникает парадокс, известный мастерам микротехники: чем точнее человек старается провести линию, воспроизвести изгиб формы или еще что-нибудь, тем хуже это может у него получиться. Следовательно, в микроработах копий не бывает, все повторные исполнения одной и той же предметной цели становятся неповторимыми. Это, кстати, позволяет рассматривать метрический принцип управления движениями в концепции Н.А. Бернштейна как одну из уровневых форм эфферентного синтеза в терминологии П.К. Анохина [28].

Вот рассказ мастера микротехники с мировым именем Н.С. Сядристого [29] о том, как он выполнял портреты И. Франко, В. Маяковского и других известных людей, используя технику микроакварели на зернышках яблони и груши. Все начинается со сбора фотографий и портретов, по которым детально изучается лицо модели. Потом портрет рисуется и повторяется на зернах иногда 30-40 раз. Время выполнения каждого последующего портрета постепенно уменьшается и порядок нанесения всех штрихов доводится почти до автоматизма. Этот "штурм" требует работы при полной выкладке сил в течение нескольких недель. Через месяц портреты пересматриваются и из них выбираются наиболее удачные, остальные уничтожаются.

В целом, точка зрения о полианализаторной природе регуляции равновесия общепринята, при этом роль в функции равновесия отдельных сенсорных систем не однозначна, а их взаимодействие изменчиво в процессе усложнения условий поддержания устойчивых поз.

Так, А.А. Приймаков, Л.Я. Евгеньева и И.В. Зенина [30] экспериментально показали, что сохранение равновесия в неосложненной позе Ромберга базируется преимущественно на кинестетической афферентации; сохранение равновесия в усложненной позе Ромберга сопровождается согласно данным ЧСС, показателей газообмена, амплитудных характеристик тремора, колебаний общего центра масс тела и электрической активности мышц ног ростом активности соматической и вегетативной систем и приводит к возрастанию роли в этой деятельности зрительного и вестибулярного анализаторов. Чем выше "двигательная" квалификация человека, например, спортсмена, тем управление функцией равновесия оказывается все меньше зависимым в сложных условиях от зрительной и вестибулярной афферентации.

Профессионалам известно, что точность и ловкость движений плохо совмещаются с их силой [31, 32]. Интенсивные кинестетические ощущения убивают способность к их тонкой дифференцировке. Недаром так легко расстраивается координация движений у тяжелоатлетов при увеличении спортсменом веса поднимаемой штанги или толкаемого ядра. Переноска тяжестей, копка земли и другие виды тяжелой физической работы противопоказаны живописцам, музыкантам, хирургам, вышивальщицам и прочим лицам, чей труд зависит от точности и ловкости мелких движений пальцами. Даже смена легкого инструмента на более тяжелый может оказаться губительной для мастерства. Так, П.Ф. Лесгафт свидетельствовал, что художники-фехтовальщики отказываются фехтовать штыком или эспадронами потому, что знают, что рука от этого "огрубеет" и не будет в состоянии фехтовать рапирой с требуемой тонкостью и чуткостью.

Однако, для управления позной активностью разнообразные отягощения могут иногда оказаться полезными. Например, работа спортсмена с гириями, гантелями, булавами и

прочими видами отягощения не только развивает мускулатуру плечевого пояса и рук, но и способствует выработке синергий, обеспечивающих устойчивые статические позы.

Отягощение ног бегуна, например, посредством привязывания к лодыжкам чугунных шаров, издавна применяется с целью тренировки позных синергий бега.

Канатоходцы лучше сохраняют равновесие на канате, когда у них в руках отягощающий шест, который своим весом, размерами и расположением увеличивает инерцию тела акробата в критическом для него право-левом направлении и помогает тем самым балансировать на канате, своевременно реагируя на кинестетические ощущения.

Экспериментально было показано В.П. Давыдовой [33], что увеличение веса испытуемого за счет искусственного отягощения грузом в 12,5кг. ведет к увеличению амплитуды колебаний тела в среднем на 20% от исходной (результат возросшей инерции тела). При этом частота колебаний (чуткость кинестетической чувствительности) изменяется относительно меньше (до 8%).

В случае резкого уменьшения силы земного тяготения, что характерно для космических полетов, кинестетическая чувствительность становится малоинформативной или даже излишней. В условиях невесомости любую позу можно принять, ориентируясь лишь на зрительную рецепцию.

Адаптивно значимое доминирование разгибательного тонуса мышц над сгибательным исчезает и вследствие этого разгибательные мышцы тела начинают не только быстро детренироваться, но и просто атрофироваться. Чтобы этого не происходило и космонавты могли вернуться в условия земной жизни без издержек дезадаптации, для них был сконструирован специальный костюм с системой эластических тяг, стимулирующих активность кинестетической чувствительности, ответственной за поддержание вертикальной позы тела.

Суммируя изложенный материал, сделаем несколько рабочих утверждений.

1. Кинестетическая чувствительность в соответствии с положениями Н.А. Бернштейна есть сенсорный синтез (интеграция) первичных рецепций различной модальности.

2. Человек использует разные кинестетические синтезы (интеграции) в зависимости от типа решаемых двигательных задач бессознательно, операционно [34, 35].

3. Кинестетические сенсорные синтезы отолитовых, проприоцептивных и древних кожных рецепций ниже-средне-стволового и верхне-стволового уровней, формируемые при посредстве предмозжечковых ядер и самого мозжечка (чувство массы по Ариенсу Капперсу), обеспечивают управление статикой позы в поле земного тяготения, в том числе в процессе локомоторных актов и предметных действий. В чувстве массы все компоненты кинестетического сенсорного синтеза интегрированы под углом зрения количественных пространственно-временных отношений. Субъективно они переживаются как растяжение мышц по длине и напряжение их по силе.

В структуре безусловно-рефлекторного ствольного центра равновесия кинестетический сенсорный синтез является, по-видимому, всего лишь системным следствием оборонительных врожденных реакций отолитового аппарата, восстанавливающего нарушенное равновесие. В условно-рефлекторном ствольном центре равновесия кинестетический синтез приобретает самостоятельное адаптивное значение как средство предотвращения нарушений равновесия и ориентировочно-исследовательского условно-рефлекторного прогнозирования их возможности в определенных условиях.

4. Таким образом, кинестетическое чувство массы ствольных уровней управления имеет две разновидности; первая связана с оборонительным безусловно-рефлекторным подкреплением, вторая - с ориентировочно-исследовательским условно-рефлекторным подкреплением; в первой ведущее значение имеют вестибулярные компоненты, во второй - уже проприоцептивные и тактильно-зрительные элементы; первая наиболее характерна для

управления статикой позы, вторая - кинетикой позы (хотя в обоих случаях возможны исключения).

5. Интенсификация мотивации двигательного поведения, связанная с развитием видово специфических локомоторных актов способствует становлению нового кинестетического синтеза таламо-паллидарного уровня управления и формированию под его контролем обширных двигательных синергий. (Таковы синергии стадного поведения, ритуалы ухаживания, постройки жилья, гнезд, нор и пр., выхаживания и обучения детенышей, добывания пищи и т.п.). В этих двигательных синергиях предметом самонаблюдения и оценки становятся кинестетические комплексы суставноугловой рецепции, рецепции скоростей сокращающихся мышц и их соотносительных положений в сочетании с разнообразными локальными кожными ощущениями, что субъективно, по-видимому, переживается как безотносительное к внешнему миру "темное мышечное чувство".

6. Зрительно-слуховые компоненты кинестетических комплексов в структуре безусловно-рефлекторного центра управления равновесием тела имеют значение в формировании суммарной интенсивности оборонительных поведенческих реакций. В структуре условно-рефлекторного центра управления равновесием тела они уже имеют значение для формирования качественной специфики ориентировочно-исследовательских поведенческих реакций; эта их качественная специфика становится ведущей на кортикальных уровнях управления адаптивно вариативными двигательными актами, диктуемыми индивидуальным опытом индивида.

Подражательное двигательное поведение, особенно трудовое, требует таких кинестетических синтезов, в которых ведущее значение имеют дистантные зрительно-слуховые рецепции; посредством именно этих рецепций воспроизводятся необходимые, во-первых, метрика движения (адекватная конкретным предметным образам) и, во-вторых, их смысловая структура (адекватная обобщенным предметным представлениям). Для управления метрикой движения зрительно-слуховые рецепции должны быть в составе единых кинестетических комплексов с проприоцептивными и тактильными рецепциями; для управления психологическим смыслом двигательных действий (предметный праксис) это требование становится уже излишним, оно даже может мешать осуществлению двигательного акта, например, микротехнического.

Отсюда, кстати, следует, что эфферентный синтез может иметь отношение к предметному праксису [20] только лишь как механизм компенсации.

7. Везде, где разнородные по характеру сенсорных синтезов кинестетические интеграции способствуют адаптивному совершенству двигательных актов, будь то статика или кинетика позы, локомоция или предметное действие, можно говорить об их значении в качестве функционального средства эфферентного синтеза (П.К. Анохин) или, иначе, текущего сенсорного самоконтроля за реализуемым движением (позным, локомоторным, предметным). Все процессы эфферентного синтеза управляются конкретными чувственными образами [36].

8. Конкретные кинестетические образы управляют и процессом эфферентного синтеза при осуществлении двигательных актов, в том числе актов позной статики. Эти образы используются бессознательно, в лучшем случае их можно осознать как некое "темное" мышечное ощущение с более осознаваемыми зрительными компонентами. Только при нарушениях равновесия тела возбуждение отолитов вызывает четко осознаваемую оборонительную реакцию, восстанавливающую его вертикальное положение и, следовательно, управляющий позой кинестетический образ.

Искусство поддержания устойчивой вертикальной позы тела в динамичных условиях внешней и внутренней среды организма зависит от того, в какой мере существенные или

субъективно ценные параметры управляющего кинестетического образа могут быть прогнозированы и текущим образом скорректированы [37, 38].

9. Изучение механизмов управления позной статикой, по-видимому, и предполагает осознание наблюдателем этих существенных параметров управляющих статикой кинестетических образов, их формализацию и модельное исследование в специально детерминированных экспериментальных условиях [39, 40].

Список литературы

1. Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л. Регуляция позы человека. - М.: Наука, 1965. - 256 с.
2. Mathews P.B.C. Muscle afferents and kinaesthesia // Brit. Med.Bull. - 1977. - V.33 - P.137.
3. Tracey D. Joint receptors - changing ideas // Trends in Neurosci. - 1978. - V.1. - P.63.
4. Ferrell W.R. The adequacy of stretch receptors in the cat knee joint for signalling joint angle throughout a full range of movement // J.Physiol.,London. - 1980. - V.299. - P.85.
5. Allum J.H.J., Bloem B.R., Carpenter M.G. et al. Proprioceptive control of posture: review of new concepts // Gait and Posture. - 1998. - V.3, No. 8. - P.214-242.
6. Магнус Р. Установка тела. - М.-Л: Изд. АН СССР, 1962. - 623 с.
7. Гурфинкель В.С, Липшиц М.И., Попов К.Е. Пороги кинестетической чувствительности в вертикальной позе // Физиология человека. - 1982. - Т.8, №.6. - С. 981-988.
8. Бернштейн Н.А. О построении движений. - М.: Соцэкгиз, 1949. - 255 с.
9. Сепп Е.К. История развития нервной системы позвоночных. - М.: Медгиз, 1949. - 419 с.
10. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. Проблемы становления статической позной активности в онтогенезе. I. // Современные наукоемкие технологии. - 2005. - № 9. - С.92.
11. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. Проблемы становления статической позной активности в онтогенезе. II. // Современные наукоемкие технологии. - 2005. - № 9. - С.92-93.
12. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. Проблемы становления статической позной активности в онтогенезе. // Успехи современного естествознания. - 2008. - № 1. - С.61-62.
13. Винарская Е.Н., Суслов В.Н., Фирсов Г.И. Проблемы становления статической позной активности в онтогенезе. IV. // Современные наукоемкие технологии. - 2007. - № 1. - С.49.
14. Clark F.J., Landgren S., Silfrenius H. Projections to the cat's cerebral cortex from low threshold joint afferents // Acta Physiol. Scand. - 1973. - V.89. - P.504.
15. Heath C.I., Hore I.,Phillips C.G. Inputs from low threshold muscle and cutaneous afferents of hand and forearm to areas 3a and 3b of baboon's cerebral cortex // J. Physiol., London. - 1976. - V.257. - P. 199.
16. Гурфинкель В.С., Левик Ю.С. Система отсчета и интерпретация проприоцептивных сигналов // Физиология человека. - 1998. - Т.24, № 1. - С.53-58.
17. Гурфинкель В.С., Левик Ю.С. Мышечная рецепция и обобщенное описание положения тела // Физиология человека. - 1999. - Т.25, № 1. - С.87-91.
18. Kappers A.C.U. The Evolution of the Nervous System in Vertebrates ana Man. - Haarlem: De Erven f. Bohn, 1929. - 335 p.

19. Бардин К.В. Проблема порогов чувствительности и психофизические методы. - М.: Наука, 1976. - 395 с.
20. Бардин К.В. Пороговая проблема и дифференциальная психофизика // Вопросы психологии. - 1990. - № 1. - С.131-136.
21. Бернштейн Н.А. Современные искания в физиологии нервного процесса. / Под ред. И.М. Фейгенберга, И.Е. Сироткиной. - М.: Смысл, 2003. - 330 с.
22. Агаян Г.Ц. Квантовая модель системной организации целенаправленной деятельности человека. - Ереван: Айастан, 1991. - 224 с.
23. Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. - М.: Наука, Главн. ред. физ.-мат. лит., 1985. - 384 с.
24. Фок В.А. Критика взглядов Бора на квантовую механику // Философские вопросы современной физики. - М.: Госполитиздат, 1958. - С.154-176.
25. Менский М.Б. Квантовые измерения и декогеренция: Модели и феноменология. - М.: Физматлит, 2001. - 227 с.
26. Компанец А.С. Идея квантования в современной физике // Синтез современного научного знания. - М.: Наука, 1973. - С.525-544.
27. Винарская Е.Н., Мичурина К.А.. О слуховом самоконтроле процесса устного высказывания // Вероятностное прогнозирование в деятельности человека. - М.: Наука, 1977. - С.334-346.
28. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. - М.: Медицина, 1975. - 448 с.
29. Сядристый Н.С. Тайны микротехники. - Минск: Высш. школа, 1978. - 159 с.
30. Приймаков А.А., Евгеньева Л.Я., Зенина И.В. Активность и взаимодействие анализаторных систем при регуляции позы у спортсменов // Физиологические механизмы целенаправленной деятельности спортсменов. - М.: ЦНИИ спорта, 1991. - С.75-77.
31. Ильин Е.П. Психомоторная организация человека. - СПб.: Питер, 2003. - 384 с.
32. Озеров В.П. Психомоторные способности человека. - Дубна: Феникс, 2002. - 320 с.
33. Давыдова В.П., Витензон А.С. Новая функциональная проба для выявления неполноценности мозгового кровообращения при гипертонической болезни I-II стадии // Тезисы докладов 1-й научно-практ. конфер. врачей Свердловского р-на г. Москвы. - М.: 1956. - С.22.
34. Бернштейн Н.А. Избранные труды по биомеханике и кибернетике. / Ред.-сост. М.П. Шестаков. - М.: СпортАкадемПресс, 2001. - 296 с.
35. Андрианов В.В. Функциональная система, обеспечивающая оптимальное положение тела в пространстве // Нормальная физиология. Курс физиологии функциональных систем. / Под ред. К.В. Судакова. - М.: Медицинское информационное агентство, 1999. - С.470-502.
36. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. Современные проблемы изучения механизмов позной статики человека // Вестник научно-технического развития. - 2014. - № 8(84). - С.3-14.
37. Винарская Е.Н., Кууз Р.А., Ронкин М.А., Фирсов Г.И. Взаимосвязь афферентного и эфферентного системного синтеза в изучении постуральной активности человека // Информатика и системы управления. - 2008. - № 2(16). - С.115-116.
38. Винарская Е.Н., Кууз Р.А., Ронкин М.А., Фирсов Г.И. Проблемы системного синтеза в изучении постуральной активности человека // Информация и процессы управления. - 2007. - № 1(13). Приложение. - С.14-16.
39. Винарская Е.Н., Кууз Р.А., Ронкин М.А., Фирсов Г.И. Топологические аспекты афферентного и эфферентного системного синтеза в задачах изучения

- постуральной активности человека // Информатика и системы управления. - 2009. - № 4(22). - С.44-46.
40. Винарская Е.Н., Кууз Р.А., Ронкин М.А., Фирсов Г.И. Исследование процессов взаимодействия афферентного и эфферентного системного синтеза в постральной активности человека // Информатика и системы управления. - 2010. - № 2(24). - С.47-49.