

УДК 612.821

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТАНОВЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ ПОЗНОЙ АКТИВНОСТИ В ОНТОГЕНЕЗЕ

© **¹Винарская Елена Николаевна**, ²Фирсов Георгий Игоревич

¹Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский городской педагогический университет», Москва, Россия

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, Москва, Россия
firsovgi@mail.ru

Аннотация. На базе системно-функциональных идей П.К. Анохина, в т.ч. об эфферентном синтезе, и теории Н.А. Бернштейна об иерархическом механизме управления движениями онтогенез статической позы активности рассматривается в контексте целостной функциональной системы организма с учетом специфических для каждого уровня управления сенсорных синтезов.

Ключевые слова: поза, позы автоматизмы, онтогенез, постуральные рефлекссы.

SOME PROBLEMS OF THE FORMATION OF STATIC POSTURAL ACTIVITY IN ONTOGENESIS

¹Vinarskaya Elena Nikolaevna, ²Firsov Georgy Igorevich

¹Moscow City University, Moscow, Russia

²The federal state budgetary establishment of science the Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
firsovgi@mail.ru

Abstract. On the basis of the systemic-functional ideas of P.K. Anokhin, including about efferent synthesis, and theory of N.A. Bernstein about the hierarchical mechanism of control of movements ontogeny static postural activity is considered in the context of the holistic functional systems of an organism specific for each level touch contro synhtesis.

Key words: posture, postural automatisms, ontogeny, postural reflexes.

Проблемы изучения позы активности человека относятся к числу актуальных для всех профессионалов, деятельность которых так или иначе связана с движением. Ведь для подавляющего числа видов адаптивной деятельности оптимальна вертикальная поза тела человека, поддержание которой предполагает преодоление силы земного притяжения и, следовательно, позы активность составляет бессознательный операционный фон любых локомоторных актов и произвольных предметных действий [1,2]. Кроме того, человек бессознательно использует силу земного притяжения в своих движениях, что имеет большое значение в его как трудовой, так и спортивной двигательной активности.

Исследование процессов регуляции позы человека, как способности сохранять равновесие, занимает важное место в общей проблеме анализа регуляции различных функций организма при взаимодействии с окружающей средой. При этом исследователей привлекают

как биомеханический так и физиологический аспекты проблемы. С одной стороны сохранение заданной вертикальной позы может рассматриваться, как частный случай управления двигательным аппаратом человека, как системы с большим числом степеней свободы, с другой стороны нарушения равновесия, наблюдаемые при различных неврологических заболеваниях могут нести большой объем диагностической информации.

Рассмотренные в работах [2-6] различные аспекты интересующей нас проблемы убеждают в необходимости научного синтеза уже оправдавших себя методологических подходов к ней и соответствующего фактического материала. Центральное место в этом синтезе, поскольку имеется в виду изучение двигательной позной активности человека, должны занять системно-функциональные идеи П.К. Анохина, в частности о так называемом эфферентном синтезе [7,8], и система представлений Н.А. Бернштейна об иерархическом механизме управления движениями [9-11].

Активное взаимодействие человека с гравитационными силами начинается после рождения в связи с изменением среды его обитания: водной на воздушную. Первоначальный адаптивный смысл этого взаимодействия является в биологическом отношении самым универсальным - защитным, так как сила земного тяготения не только пригвождает новорожденного к плоскости опоры, но и оказывает на его ткани и органы значительное давление (9,8 г/кв.см). В дальнейшем потребность новорожденного в защитном противодействии силе тяжести перерастает в потребность ее преодоления, сначала для установления адаптивно более выгодной вертикальной позы тела, а потом для поступательного перемещения тела в горизонтальной плоскости, к тому же нередко с дополнительной нагрузкой.

Защитное противодействие силе тяжести и тем более ее адаптивно целесообразное преодоление энергозатратны, и чем активнее поведение ребенка в поле земного тяготения, тем затраты энергии должны быть выше. Поскольку любые энергетические траты, для того чтобы они состоялись, должны получить для организма субъективную ценность или, что то же самое, быть мотивированы, то изменение формы взаимодействия развивающегося ребенка с полем земного тяготения означают также усложнение его психофизиологических состояний.

Горизонтальная плоскость тела представляет собой базисное поле взаимодействия организма с силой земного тяготения, хотя отнесенность к этой плоскости определенных тканей и частей тела с развитием ребенка меняется. Меняется она и в различных формах адаптивного поведения взрослого человека. Вертикальная поза тела с опорой на стопы оказалась для человека наиболее целесообразной, хотя он может противостоять силе тяжести и в нетрадиционных для канонов социальной жизни позах, например, в таких как асаны индийской йоги.

Вертикализация статической позной активности происходит на протяжении первых 2-ух лет жизни ребенка, наиболее интенсивно в течение 1-го года. Соответствующие сновки формируются в направлении от головного (орального) конца тела к его хвостовому, каудальному концу. Овладение статической позной активностью все время предшествует овладению кинетической. Вертикализация позы и способность к активному преодолению силы тяжести развиваются не только вследствие того, что такова потребность организма, но и лишь в меру этой потребности.

Наше обсуждение становления позной активности начнем с вопроса о рецепции гравитационных воздействий, т.е. о механорецепторах. [12] Механорецепторы чрезвычайно разнообразны по своему строению, так как они имеются во всех тканях и органах организма, но функционально они едины: их раздражение обеспечивается растяжением воспринимающих структур под влиянием механических воздействий, естественно не только гравитационных. Энергия раздражения рецепторов трансформируется в специфику нервных импульсов.

Для наиболее древних механорецепторов кожи и тканей внутренних органов, в том числе сердечно-сосудистой системы, характерны как свободные нервные окончания, ветвления которых обычно значительно перекрывают друг друга, так и инкапсулированные тельца в несколько миллиметров длиной, а также множество переходных форм. Эта совокупность механорецепторов, по-видимому, и обеспечивает включение врожденных защитных реакций при рождении ребенка, связанных с установлением физико-химических констант внутренней среды (проницаемость клеточных мембран, упругость белковых коллоидов и т.п.) и адекватных изменившимся условиям гравитации.

Механорецепторы опорно-двигательного аппарата тоже включают в себя и свободные нервные окончания, и инкапсулированные тельца. Специфичны для сухожилий тельца Гольджи. Они расположены обычно на границе мышечной и сухожильной тканей в сухожилиях, в суставных связках и капсулах. Сложность их строения возрастает в ходе эволюции. Тельца Гольджи растягиваются и максимально возбуждаются при сокращении мышц, поскольку они расположены последовательно с самими волокнами скелетных мышц.

Наиболее сложно строение мышечных веретен. В филогенезе они впервые появляются у амфибий, т.е. у животных, положивших начало наземному образу жизни. Распределение мышечных веретен в мускулатуре неравномерно. Их наибольшая плотность у человека обнаружена в крупных мышцах, а также в мелких мышцах рук, совершающих высококоординированные движения. В отличие от телец Гольджи мышечные веретена расположены параллельно волокнам скелетных мышц и потому при их сокращении испытывают наименьшую функциональную нагрузку. Внутреннее строение мышечных веретен не только очень сложно и обладает большим числом вариативных деталей, но и до сих пор еще недостаточно поняты в функциональном отношении. Каждое веретено получает моторную иннервацию (альфа- и гамма-нейроны), посредством которых меняется их активность.

К механорецепторам относятся и вестибулярные рецепторы. Они располагаются в лабиринте - системе перепончатых пространств правого и левого внутреннего уха. Рецепторные клетки двух перепончатых мешочков (*sacculus et utriculus*) работают по принципу отвеса, определяющего направление земного тяготения; они возбуждаются при воздействии грузиков (отолитов), состоящих из солевых отложений, на покрывающие волоски; при разных положениях головы волоски подвергаются растяжению разной степени. Рецепторы перепончатых полукружных каналов, расположенных в горизонтальной, сагиттальной и фронтальной плоскостях головы, возбуждаются при перемещении наполняющей эти каналы жидкости, что происходит в случае вращательных движений головы, их ускорений или остановок.

Механорецепторы могут быть чрезвычайно дифференцированными по своим функциональным особенностям. Анатомические и эволюционно-неврологические исследования, как и экспериментально-физиологические, свидетельствуют о том, что в иерархически построенные нервные структуры поступает и интегрированная и узко специализированная информация от периферии опорно-двигательного аппарата. Например, среди рецепторов, найденных в суставных сумках и коже, имеются такие, которые несут обобщенную информацию о начале и конце движения, о его направлении, скорости или амплитуде, а так же узко специализированную информацию, например, о прохождении определенного углового сектора в суставе [13, 14].

В литературе широко употребляется термин "кинестетическое чувство" (*kinaesthesia* = *kinesis* - движение, *aisthesis* - чувство, греч), под которым имеется в виду совокупность сенсорных процессов, связанных с кожной, суставной, мышечной, вестибулярной механорецепцией, а также зрительной рецепцией. Совокупность этих сенсорных процессов, соответствующим образом интегрированных, и обеспечивает поведение организма в поле

земного тяготения: позную статику и перемещения тела и его частей в пространстве и времени, организацию произвольных движений и трудовых навыков. Физиологи полагают, что важнейшим компонентом кинестетического чувства является суставная рецепция, в силу этого данный термин нередко используется в более узком смысле для обозначения "суставного чувства" (чувство положения и движения членов тела); тогда суставное чувство противопоставляется "глубокому мышечному чувству" или проприорецепции (*proprius* - собственный, греч.) [15, с. 182].

Интегрированное кинестетическое чувство формируется постепенно по мере осуществления врожденных синергий, в том числе периода новорожденности, таких как: терморегуляторная сгибательная гипертония мышц, дыхательная и выдыхательная, защитная голосовая, лабиринтно-тонические и шейно-тонические рефлексы, сосательная, синергии глотания, зевания, рвоты, кашля, хватания и пр.

Так, во время первого вдоха резко возрастает механорецепторная информация разного рода (из бронхов, легких, от суставов, связок и мышц грудной клетки, от органов брюшной полости, оттесняемых диафрагмой, от отолитов, реагирующих на изменения положения головы при вдохе и выдохе и т.д.). Поэтому с первого вдоха ребенка процесс интеграции разнообразных механорецепторных ощущений в единое кинестетическое чувство усиливается.

Проявления врожденного лабиринтно-тонического рефлекса можно наблюдать во время одевания и пеленания ребенка. В зависимости от положения его головы в пространстве тонус повышается в разгибательных группах мышц (лежит на спине), и в сгибательных, когда он находится в положении на животе. Во время тех же режимных моментов или кормления можно видеть и проявления шейных тонических рефлексов. У новорожденного в положении на спине при пассивном наклоне головы наблюдается повышение тонуса в сгибателях рук и в разгибателях ног, а при пассивном запрокидывании головы наблюдается обратное изменение тонуса (симметричный тонический шейный рефлекс). Если в том же положении ребенка повернуть его голову в сторону, то возникает асимметричный тонический шейный рефлекс: тонус повышается в разгибателях руки и частично ноги, к которым повернулось лицо ребенка, и в сгибателях противоположных конечностей. Вестибулярные, кожные, мышечно-суставные, а вскоре и зрительные, ощущения, возникающие во время таких врожденных двигательных автоматизмов, тоже интегрируются в сложные кинестетические ощущения.

Интеграция вестибулярных, суставных и мышечных механорецепций осуществляется нервными структурами нижнего и среднего отделов ствола мозга, где складывается в ретикулярной (сетевидной) формации по соседству с вестибулярными ядрами и ядрами суставно-мышечной чувствительности безусловно-рефлекторный центр равновесия. Важнейшей частью этого центра является древнейшая флокуло-нодулярная часть мозжечка, структуры которой начинают формироваться в филогенезе еще у обитателей водной среды (следовательно, во внутриутробном онтогенезе человека). Управляющие импульсы от мозжечка и ретикулярной формации проводятся к мышцам по вестибуло-спинальному тракту.

Анатомическая и функциональная связь безусловно-рефлекторного центра равновесия с вестибулярными ядрами и ядрами блуждающего нерва, регулирующими постоянно внутреннюю среду организма, обнаруживается у взрослого человека: активация врожденных позно-тонических синергий туловища может сопровождаться головокружением, тошнотой, рвотой, нарушениями ритма дыхания и сердечной деятельности. Безусловно-рефлекторный центр равновесия обеспечивает восстановление потерянного равновесия путем то ли резкого поворота головы, то ли выброса руки в сторону, то ли избочениванием, то ли еще как-нибудь. При каждом нарушении равновесия центр тяжести перемещается относительно вектора земного притяжения в диаметрально противоположном направлении. В клинике при патологии в области упомянутых стволовых структур мозга наблюдается статическая атаксия

- неуверенное держание головы, неустойчивость при сидении, неуверенная раскачивающаяся походка на широко расставленных ногах.

Для того, чтобы новорожденный смог подняться над плоскостью опоры, должны произойти сдвиги в мотивационно-активационной стороне его поведения и, следовательно, в способах управления им своей двигательной периферией. Необходимая ценностная переориентация и происходит в первые месяцы жизни ребенка под влиянием любовного материнского ухода за ним.

Периоды бодрствования связаны у новорожденного с дискомфортными эмоционально отрицательными состояниями (голод, жажда, перегревание, замерзание, нарушения целостности тканей и пр.). Устраняя эти состояния и формируя комфортные эмоционально положительные состояния, мать ребенка способствует постепенной трансформации эмоционально отрицательного знака периодов бодрствования на обратный эмоционально положительный, в силу чего ребенок стремится удлинить их время: он следит за матерью, прислушивается к ее голосу, тянется к ней, заражается ее эмоцией и подражает ее эмоционально выразительному поведению. И постепенно, на протяжении 1-го года жизни и задачи гомеостаза, и задачи оборонительной адаптации к внешней среде перестают быть приоритетными, - ими становятся адаптационные задачи, сопряженные с ориентировочно-исследовательским поведением и накоплением индивидуального познавательного опыта. Будучи эмоционально положительным ориентировочно-исследовательское поведение выступает по отношению к эмоционально отрицательному оборонительному, как форма поведения в зоне мотивационного оптимума субъекта, в которой создаются наиболее благоприятные условия для дифференциации сложных комплексов раздражений умеренной интенсивности и для выработки на них дифференцированных поведенческих реакций. Все автоматизмы периода новорожденности, если они вызываются раздражениями умеренной интенсивности зоны мотивационного оптимума, становятся приспособительно изменчивыми и в силу этого более дифференцированными, совершенными и экономными. Это положение относится и к позной активности, - восстановление потерянного равновесия на основе оборонительного рефлекса начинает превращаться в деятельность по сохранению равновесия и по автоматическому предупреждению его нарушений в предстоящем адаптивном поведении на основе ориентировочно-исследовательского рефлекса. При этом та часть врожденных автоматизмов, которая оказывается адаптивно полезной (субъективно ценной) для ребенка, условно-рефлекторно закрепляется на основе кинестетического чувства, дифференцируется и усложняется [16,17].

. Так, врожденные тонические лабиринтные и шейные рефлексы периода новорожденности не редуцируются пассивно, а активно преобразуются и усложняются в соответствующим образом мотивированном и адаптивно необходимом поведении ребенка, - формируются условно-рефлекторные позно-тонические рефлексы, которые субординируют себе безусловно-рефлекторные тонические лабиринтные и шейные рефлексы новорожденного.

Управление целостным адаптивным поведением и оборонительного, и ориентировочно-исследовательского типов, как известно, осуществляется верхне-стволовым четверохолмным отделом мозга с его ретикулярной формацией, черной субстанцией и красными ядрами. На основе интеграции полисенсорной информации - кожной, суставно-мышечной, вестибулярной, слуховой и зрительной указанные нервные структуры мобилизуют ресурсы организма для субъективно ценной адаптивной деятельности (старт-рефлекс). В раннем детском онтогенезе такой старт-рефлекс могут спровоцировать как резкие, так и непривычные для данной ситуации свет, звук, движение, колебания плоскости опоры или скольжение по ней, зрительные образы, например, змей, пауков, массивных или незнакомых предметов, чужих людей и пр.

Такие функциональные компоненты старт-рефлекса как: активация внимания, повышение возбудимости рецепторов и скелетных мышц, мобилизация обменных и энергетических процессов, необходимы для любого планируемого произвольного акта, а поэтому аппарат четверохолмия оказывается в тесном взаимодействии с лобными отделами мозговой коры. Поскольку выраженный четверохолмный старт-рефлекс, как правило, сопровождается внезапными изменениями позы всего тела и отдельных его частей, нарушающих устойчивость организма, относительно плоскости опоры, то верхе-стволовой отдел мозга становится еще и местом образования автоматически удерживающим тело в вертикальном положении над землей, т.е. с выпрямленными ногами (условно-рефлекторный центр равновесия). Соответствующие управляющие импульсы проводятся к мышцам от крупно-клеточной части красных ядер по рубро-спинальному монаховскому тракту.

Применительно к условиям адаптивного двигательного поведения ребенка в воздушной атмосфере земли должна претерпеть значительные изменения оптимальная для внутриутробного и раннего послеродового периодов развития сгибательная поза тела и тонус мышц-разгибателей должен стать доминирующим. (Непосредственно после родов сгибательная поза тела усиливается в связи с потребностями терморегуляции).

К осуществлению таких принципиальных преобразований мышечного тонуса и вертикализации позы тела имеет значение биологическое созревание многих нервных структур. Особое место среди них занимает мозжечок [18 - 20], что подтверждается, в частности, следующими фактами. Во-первых, размеры клеток мозжечка зависят от величины (массы) тела человека. Во-вторых, быстрый темп роста мозжечка совпадает с периодом становления позной активности, который заканчивается к 2-ум годам ребенка; за это время относительный вес мозжечка уже достигает величин, характерных для взрослых (10,6% от веса большого мозга) и при этом прибавка веса оказывается относительно больше, чем у большого мозга. В-третьих, ширина коры мозжечка резко увеличивается уже в течение 1-го года.

Принято считать, что мозжечок анализирует количественную сторону рецепций веса, пространства и времени, причем с отвлечением от модальности конкретных рецепций. Ариенс Капперс предложил даже рассматривать мозжечок как орган, обслуживающий специальную бессознательную чувствительность - чувство массы, что, по-видимому, следует признать одной из форм кинестетической чувствительности. Как же мозжечок обрабатывает кинестетическую чувствительность?

Если разрезать мозжечок по сагиттальной плоскости, то можно видеть, что основная его масса состоит из коры, образующей пластинку, собранную в параллельные складки - извилины с глубокими бороздами между ними; в глубине извилин расположено белое вещество волокон; весь рисунок напоминает крону густо разветвленного дерева. Извилины идут поперек оси мозгового ствола, т.е. фронтально. На сагиттальном разрезе коры, проходящем поперек извилин, видны два слоя серого вещества: поверхностный молекулярный и лежащий под ним зернистый. На границе между слоями расположены в один ряд, не очень близко друг к другу, крупные клетки Пуркинью, в которых интегрируются все импульсы, приходящие в мозжечок, и от которых посылаются по аксонам, прободающим зернистый слой, ответные импульсы к центральным ядрам мозжечка. Молекулярный слой беден клетками и состоит в значительной части из дендритов клеток Пуркинью, ветвящихся строго в сагиттальной плоскости. Зернистый слой, напротив, богат клетками, их 100 миллиардов, - больше, чем во всей коре полушарий.

Клетки-зерна получают импульсы от приходящих в мозжечок волокон. Их аксоны поднимаются в молекулярный слой, где они на различных уровнях Т-образно делятся и тянутся вдоль извилин, перпендикулярно разветвлениям клеток Пуркинью. Длина одного такого волокна 1-3 мм и оно может передать полученный им импульс до 460 клеток Пуркинью,

а так как через разветвления дендритов одной клетки Пуркинье проходит от 208000 до 278000 волокон зернистых клеток, то одновременно на каждую из них действуют сотни тысяч афферентных воздействий!

Схематизируя, мы видим перед собой систему бесчисленного множества весов. Их коромысла - Т-образные ветвления клеток-зерен балансируют на дендритах клеток Пуркинье. Ряды таких весов следуют друг за другом в каждой извилине. Принимая во внимание форму мозжечка, в целом, - она приближается к сфере, - и округлые кроны ветвлений дендритов клеток Пуркинье, можно смело утверждать, что мозжечку доступны количественный учет и интеграция сил в любом мыслимом направлении.

Информация поступает в мозжечковую кору через клетки-зерна и распространяется по их Т-образным волокнам по принципу градиента во фронтальной плоскости. Так же градуально распространяется нервное возбуждение по дендритам клеток Пуркинье в сагиттальной плоскости. То и другое обеспечивает возможность учета действия сил в системе прямоугольных координат. Если мысленно расправить все извилины мозжечковой коры, то, согласно Е.К. Сеппу, нулевая точка градуальных изменений нервного возбуждения окажется в центре плоскости. От нее функциональный портенциал нарастает вперед и назад, вправо и влево. Клинически это выражается в том, что при поражении задней части мозжечковой коры человек падает назад, так как он не может сложить силы, отклоняющие тело назад, и затем противопоставить им равновеликую силу, перемещающую центр тяжести вперед. При поражении передней части мозжечковой коры человек падает вперед. При поражении боковых частей - падает в сторону поражения. Есть основания предположить, что обсуждаемая нулевая точка градуальных изменений нервного возбуждения находится в месте прохождения оси общего центра тяжести, продолженной от 2-го крестцового позвонка не вниз, а вверх. Именно здесь "сидит" воображаемый паучок, который чутко реагирует на малейшие колебания раскинутой им сети и, если и не бежит в нужном направлении лакомиться мухой, то не менее проворно дает равные по силе нервного возбуждения импульсы в прямо противоположном направлении.

Понятно, что для учета действия сил в любом направлении по системе прямоугольных координат в мозжечок непрерывно проецируются элементы движений, ориентированные не по мышечным группам. Можно думать, что в роли такого ориентира оказывается информация об относительном отклонении реально оказываемого давления на точки опорного контура, - отклонении от давления, рассчитанного на основе величины силы земного тяготения и массы тела. Эту информацию, сориентированную на базисную горизонтальную плоскость тела, мозжечок пересчитывает применительно к работе сгибательных и разгибательных мышечных групп в сагиттальной плоскости того же тела. Необходимую для работы мозжечка информацию подготавливают своеобразные нигде больше не встречающиеся нервные клетки так называемых предмозжечковых ядер. Строение этих нервных образований отвечает задаче готовить "материал для учета перемещений масс с количественной и пространственной стороны" ([18], с. 244), это, так сказать, датчики адекватной для работы мозжечка кинестетической информации. Аксоны клеток предмозжечковых ядер передают импульсы клеткам-зернам.

Клетки мозжечковой коры перерабатывают поступившую к ним информацию по законам сложения и разложения сил и в итоге дают поправки на актуализируемое движение. Эти поправочные импульсы, по-видимому, уже в форме установочных позно-тонических рефлексов направляются клетками Пуркинье и ядер червя мозжечка в четверохолмный центр равновесия. Оттуда они в составе целостной поведенческой реакции следуют на исполнительную периферию к мышцам. Непрерывный поток мозжечковых импульсов к мышцам причастен к эффекту мышечного тонуса.

В целях создания устойчивых поз тела (или его отдельных частей) множество степеней свободы биомеханической системы связывается посредством дозированных сгибательно-разгибательных тонических напряжений. В каждой суставной плоскости устанавливается такое операционное соотношение сгибательного и соответственно разгибательного напряжения мышц, которое отвечает задаче управления позной активностью в конкретных условиях обстановочной афферентации, поступающей через предмозжечковые ядра. Наблюдения, сделанные над больными с патологическим высвобождением у них верхнестволовых нервных образований из-под субординирующих воздействий, позволяют убедиться в значительной величине напряжений, фиксирующих суставы (восковое застывание позы).

Участие мозжечка в регуляции позной активности проявляется в характерных мышечных синергиях. При каждом движении какой-либо части тела перемещается центр его тяжести и вместе с тем проекция центра тяжести на плоскость опоры. Мозжечок автоматически регулирует перемещения центра тяжести, создавая локальные напряжения сгибательных и разгибательных мышц в прямо противоположном направлении. Так, если человек стоя или сидя охватит свою поясницу левой рукой так, чтобы хорошо ощущать поясничные мышцы, и вытянет правую руку вперед, он почувствует сокращение поясничных мышц, которое переместит центр тяжести тела назад, очевидно, на такую же величину, на какую этот центр перемещается вперед вследствие смещения тяжести руки вперед. Если производить круговые движения вытянутой рукой слева направо и обратно, то левой рукой можно ощущать, что сокращение туловищных мышц передвигается в обратном направлении. Все это становится еще более отчетливым, если в вытянутую руку взять груз. Такого рода мозжечковые синергии сопровождают все наши движения, которые имеют как кинетический, так и статический или тонический характер.

Мозжечок использует всю мускулатуру, но в соответствии с ее значением в перемещениях массы как тяжести. Преодоление влияния тяжести хорошо наблюдается, в частности, когда человеку, лежащему на спине, предлагают сесть, не опираясь руками ребенок научается это делать в дошкольном возрасте, несмотря на то, что туловище тяжелее ног. Если же деятельность мозжечка выключена, то больной, как и ребенок еще не выработавший мозжечковых синергий поднимает одновременно с туловищем ноги, а сесть не может, так как не может преодолеть тяжести туловища. В отличие от других нервных структур, коры мозга в особенности, клетки мозжечка, как указывает ряд исследователей, не обладают памятью, они безынерционны, что, по-видимому, и дает им возможность обслуживать "чувство массы" или измерять, иначе говоря, инерцию массы и корректировать ее изменения.

В четверохолмном центре равновесия мозжечковые импульсы интегрируются с целостным ответом организма на то или иное раздражение, ответом, учитывающим его видовой и индивидуальный опыт. В частности несомненна роль зрения в формировании таких ответов. Зрительная информация может в значительной степени компенсировать вестибулярную: человек может судить о положении своей головы и тела, о направлении и скорости своего движения в пространстве, ориентируясь на зрительные ощущения и образы. Зрение может стать источником как повышенной устойчивости тела в тех или иных адаптивных ситуациях, так и иллюзорного восприятия положения своего тела или его перемещений в пространстве.

В свете структурно-функциональных характеристик мозжечка обратимся к вопросу о вырабатываемых на основе кинестетического чувства синергий, типичных для статической позной активности [21,22]. При этом заметим, что способность держать голову, сидеть, а потом и стоять адаптивно обусловлена, а ее поэтапное становление свидетельствует не только о двигательном, но и общем психическом развитии ребенка: о появлении у него новых субъективных ценностей и о воплощении этих ценностей в коммуникативно-познавательном

опыте и соответствующих адаптивных реакциях. С поднятой головой удобнее ориентироваться в окружающем, легче устанавливать и поддерживать эмоциональный контакт с матерью, в положении сидя - становится шире обзор предметной ситуации, появляется больше возможностей для общения с окружающими и для обследования предметного мира с помощью рук. В положении стоя становится еще шире обзор окружающего, еще больше возрастают коммуникативно-познавательные возможности, еще доступнее оказывается предметный мир. Однако, достижение всех этих преимуществ должно быть оплачено преодолением врожденных сгибательных синергий и выработкой сгибательно-разгибательных, которые помогают сопротивляться силе тяжести и бессознательно поддерживать адаптивно выгодные статические напряжения мышц.

Одним из ранних признаков того, что развитие ребенка протекает согласно возрастным нормативам, становится способность держать голову теменем вверх. Это нормальное для всех животных положение головы антигравитационно. Формируясь на основе врожденных лабиринтно-тонических рефлексов положение головы теменем вверх преобразуется в кинестетически регулируемую синергию, которая может поддерживаться и при отсутствии лабиринтных раздражений, и даже вопреки им. Это положение головы оптимально для одновременно протекающих процессов дыхания, захвата и поглощения воды и пищи, работы органов чувств и предметной активности рук. С его установления начинается вертикализация позы человека.

В 4 месяца ребенок начинает сидеть, к 8-9 месяцам - стоять, а к году - ходить. При этом устойчивость ребенка как физического тела прогрессивно падает в силу того, что площадь его опоры уменьшается (сидеть на ягодицах или стоять на коленях далеко не то же самое сравнительно со стоянием на двух ногах, особенно, когда они тесно сдвинуты). Устойчивость же ребенка как живой системы, напротив, прогрессивно возрастает за счет усиления разгибательных антигравитационных мышечных синергий и усовершенствования механизмов управления ими.

Задача непрерывного противодействия в процессе достижения ориентировочно-исследовательских коммуникативно-познавательных целей силе тяжести путем создания антигравитационного тонуса мышц напоминает ситуацию, воплощенную в древне-греческом мифе об Антее. Великан Антей, сын богини земли Геи, не знал себе соперников в единоборстве. Каждый раз, как он начинал ослабевать, он прикасался к земле, своей матери, и получал от нее новые силы. Победить Антея удалось только тогда, когда Геракл поднял его над землей и не дал ему соприкоснуться с нею. Ребенок может противопоставить силе тяжести разгибательный тонус мышц, только опираясь на горизонтально расположенную плоскость и только отталкиваясь от нее. Это лишний раз убеждает в том, что горизонтальная плоскость в позной активности является базисной, а характер взаимодействия с нею организма свидетельствует больше, чем что-либо другое, о степени овладения им силами гравитации.

Научившись держать голову, ребенок начинает попытки сидеть или хотя бы отрывать от плоскости спину. В 3 месяца у него уже получается "мостик", когда он, увидя нечто интересное над головой, тянется вверх туловищем, резко напрягая разгибатели спины и опираясь на плоскость лопатками и ягодицами, ягодицами и головой, головой и ступнями. В 5-6 месяцев он уже сидит в подушках или ухватившись за руки матери; а в 7 месяцев он сидит, опираясь на руки, вытянутые вперед или по бокам туловища, - без опоры на руки или спинкой на подушку он сохранить равновесие туловища еще не может [23, 24].

Кроме усилий, направленных на овладение позной активностью головы и туловища, идет освоение поз отдельных частей тела, прежде всего рук, в процессе совершения произвольных движений. Сгибательная позиция рук, когда они согнуты во всех суставах, приведены к туловищу и прижаты к грудной клетке, а их кисти сжаты в кулаки, причем 2-5-ый пальцы покрывают первый, и эта позиция кисти автоматически усиливается при

тактильном раздражении ладони (хватательный рефлекс), имеет большое адаптивное значение у ближайших "родственников" человека - обезьян. Детеныши горилл, шимпанзе и других обезьян первое время после рождения проводят под брюхом (на брюхе) матери, вцепившись руками в ее шерсть, и прижавшись к ее теплому телу. Позже детеныши, как и взрослые обезьяны, ведя древесный образ жизни, используют свои руки для лазания и карабкания по веткам, для перепрыгивания с ветки на ветку и их обхватывания, - для всего этого мышцы-сгибатели имеют первостепенное значение.

Новорожденный ребенок, запеленутый и укрытый одеяльцем уже не имеет подобных потребностей, и гипертония мышц-сгибателей рук начинает снижаться, хотя и не сразу. С 4-5 месяца жизни у ребенка возникают попытки схватить зрительно воспринятый предмет, например, подвешенную в его поле зрения яркую игрушку. Н.А. Бернштейн [9] описывает эти попытки как диффузные беспорядочные синкинезии - вспышки барахтания, при которых приходят в чередующиеся ритмически-качательные движения все четыре конечности и в которые втягивается мускулатура и лица, и шеи, и туловища. Если ладонь случайно столкнется с предметом и он будет захвачен, то все на этом и закончится; если же - нет, то вспышка барахтания иссякнет сама собой, чтобы через несколько секунд началась следующая. Постепенно движения рук начинают упорядочиваться, появляются сначала неточные, атактичные, с большим процентом промахиваний, а в дальнейшем все более адекватные произвольные движения захватывания нужного предмета. Очевидно, что фоном такого произвольного захватывания предмета служит регуляция активности мышц-сгибателей и разгибателей плеча и предплечья, обеспечивающих устойчивую позу, направленную к предмету [10,11].

Одновременно с освоением позной активности тела и его отдельных частей происходит становление также сноровок по изменению поз. Повороты со спины на живот и с живота на спину вначале осуществляются как бы одним блоком, потом повороты плечевого пояса уже не обязательно влекут за собой повороты таза и наоборот. Опираясь на руки, ребенок начинает приподнимать переднюю часть туловища, переносить центр тяжести с одной руки на другую, самостоятельно присаживаться и ползать. Нередко вначале он ползет назад, потом начинает ползать вперед, но посредством подтягивания на руках, когда живот и ноги пассивно волочатся по плоскости. Лишь в 8-9 месяцев осваивается ползание на ладонях и коленях и появляются попытки принять вертикальную позу (вначале с опорой спиной или при поддержке за руки); стояние на коленях быстро сменяется стоянием на стопах, и около 9 месяцев здоровый ребенок уже стоит без поддержки и даже делает первые попытки ходить. Так как мышцы ног еще очень слабы и полусогнуты из-за незакончившегося формирования нормального поясничного лордоза, а общий центр тяжести тела, вследствие большой массы туловища и головы сравнительно с массой ног, располагается более высоко над тазобедренной осью, чем у взрослого, то ребенок без конца падает, садясь на ягодицы.

Между 6-ым и 9-ым месяцами жизни можно наблюдать, как нарушающееся равновесие тела восстанавливается на основе не врожденных вестибуло-моторных автоматизмов, а уже путем кинестетически регулируемых мозжечковых синергий: если наклонить плоскость опоры, на которой ребенок лежит, он наклоняет голову и изгибает туловище по направлению поднятой части тела; при боковом толчке голова его движется в противоположную сторону, руки и ноги отводятся и разгибаются.

Кинестетический контроль позной активности совершенствуется на протяжении всего первого года жизни, внешними признаками складывающихся мозжечковых синергий становятся, с одной стороны, затормаживание примитивных лабиринтно-тонических, шейно-тонических рефлексов и прочих врожденных автоматизмов, а, с другой стороны, исчезновение различных проявлений атаксии (атаксия держания головы, сидения и стояния, атаксия походки, напоминающая ходьбу пьяного человека на широко расставленных ногах,

интенционное дрожание при выполнении точных движений, например, пальце-носовой или пяточно-коленной проб, дрожание голоса при произнесении протяжных гласных и пр.).

Обратим специальное внимание на своеобразные мозжечковые синергии, вырабатывающиеся при обучении ребенка стоянию. Успех социальной адаптации человека в значительной мере обусловлен вертикализацией его позы и высвобождением в связи с этим рук для трудовой деятельности. Но в вертикальной позиции вес тела, возрастающий с каждым годом ребенка проецируется на все сокращающуюся площадь опоры, что может быть сопряжено с травматизацией живых тканей, особенно в том случае, если бы сочленения суставов ног были жесткими.

Как известно, у четвероногих животных основные суставы конечностей (голеностопные, коленные, тазобедренные, лучезапястные, локтевые и плечевые) находятся при стоянии в полусогнутом положении, когда тонус мышц-сгибателей равен тону мышц-разгибателей. Это эквитонометрическое состояние мышц-антагонистов характеризует и так называемое физиологическое положение человека лежа на спине. По данным [1], при переходе в вертикальное положение происходит растяжение мышц, сгибающих туловищный, тазобедренный и коленный суставы. При удобном стоянии проекция центра тяжести тела проходит сзади от тазобедренного сустава и спереди от коленного, т.е. сила веса стремится разогнуть эти суставы. Тем не менее они не находятся в положении максимального разгибания, чему препятствует упругая тяга растянутых сгибателей. К тому же, в отличие от животных, и позвоночник человека, несущий вес тела, приобретает в развитии ребенка мягкие пружинящие изгибы.

Появление шейного лордоза происходит в первые 6 месяцев под воздействием шейных мышц, когда ребенок начинает сидеть с поддержкой, и особенно после 6 месяцев, когда он может сидеть самостоятельно. С увеличением нагрузки тяжестью рук и головы появляется основной грудной изгиб позвоночника - кифоз. Полностью он формируется в 6-7 лет. Поясничный лордоз выражен у новорожденных очень слабо, начинает формироваться к 4-ем месяцам, но отчетливо определяется к 9-12 месяцам под воздействием веса туловища и мышц, поддерживающих вертикальную позу тела. Крестец, прямой у новорожденных, при нагрузке на позвоночный столб направляется основанием кпереди, образуя промонториум. Эти изгибы позвоночника способствуют стабилизации вертикальной позы тела, придавая ей качества надежности и помехоустойчивости.

Интегративный мышечный тонус, ответственный за позную активность и определяемый сторонним наблюдателем, создается управляющими механизмами центральной нервной системы. Согласно [1], при сохранении позы неизбежны колебания тела в зоне равновесия: абсолютных поз, в которых не происходило бы некоторых изменений суставных углов, и соответствующих длин и напряжений мышц, не существует. Устойчивость позы как раз и определяется в основном способностью нервно-мышечного аппарата минимизировать колебания в зоне равновесия за счет динамического взаимодействия сложных сгибательных и разгибательных синергий. Поэтому неизменным признаком активной позы, будь то тело в целом или отдельные его части, должен быть физиологический тремор, фиксируемый в частности методом стабиллографии [1, 25]. Полиморфный характер зубцов стабиллограммы, т.е. колебания разной частоты и амплитуды, можно объяснить, как это и было сделано в [1], суммарным действием смещений во всей многозвенной системе человеческого тела, обладающей разными характеристиками собственной частоты колебаний отдельных звеньев.

Поддержание вертикальной позы тела за счет динамического равновесия сгибательных и разгибательных мышечных синергий "работает", главным образом, в сагиттальной плоскости тела. Поэтому кажется возможным рассматривать его в единой цепи таких эволюционно выработанных приспособлений, как плавательный пузырь рыб, хвост и длинная

шея древних ящеров эпохи мезозоя (например, динозавров или птиц меловой и третичной эпохи), хвост современных перемещающихся прыжками с ветки на ветку четвероногих (обезьяны, белки, кошки и пр.) "У двуногих динозавров тело опиралось на таз, подпираемый по сторонам двумя ногами как коромысло весов опирается на поперек расположенную призму. Таким образом, основная балансировка тела происходит в сагиттальной плоскости. При этом противовесом туловища и головы служит у динозавров массивный хвост, а перемещения головы в сагиттальной плоскости посредством изгиба шеи могут служить средством балансирования" ([19], с.231).

Поскольку потерять равновесие тела можно не только в сагиттальной плоскости, но и во фронтальной, то вертикализация позы не ограничивается установлением механизма динамического равновесия между мышцами-сгибателями и разгибателями. Этот "базисный" механизм дополняется механизмом "латерализованной стойки" [26], в развитии которого, по-видимому, имело значение то обстоятельство, что статическая нагрузка при поддержании вертикальной позы наиболее велика на мышцы голеностопных суставов: именно эти суставы больше всех остальных нагружены весом тела, да и проекция общего центра тяжести располагается на значительном расстоянии от их осей.

Резкое напряжение мышц, стабилизирующих необходимое для вертикальной позы положение голеностопных суставов, затрудняет возможность их мгновенной мобилизации в защитных движениях при нарушениях равновесия в боковых направлениях. Соответствующие компенсирующие напряжения создаются за счет мышц плечевого пояса, шеи и рук: субъект выбрасывает в сторону противоположную намечающемуся падению руку, наклоняет туда же голову и корпус. Эти мозжечковые синергии формировались еще на этапе освоения сидения. Осваивая стояние, ребенок может использовать в качестве противовеса не только руку, но и ногу. Такие движения, реализуемые вначале по механизму врожденных вестибуло-моторных автоматизмов, преобразуются постепенно в кинестетически управляемые мозжечковые сноровки.

Возникающая синергия связана с таким перераспределением мышечного тонуса, когда функции правой и левой ноги в процессе поддержания вертикальной позы дифференцируются: выпрямленная и с приподнятым тазобедренным суставом одна из них начинает выполнять функцию опоры, тогда как другая, несколько расслабленная и слегка согнутая, - функцию балансира. "Микродвижения свободной ноги как бы создают условия балансировки между весом рассматриваемой конечности и туловищем, что и меняет в нужном направлении положение общего центра тяжести тела испытуемого в пространстве. Функция же конечности, на которой сосредоточен основной вес, является "опорной". Важно, что управляющая и опорная ноги периодически меняются в ролях". ([26], с.49). Этот факт, действительно, очень важен, ибо он свидетельствует, что "латерализация" вертикальной стойки человека принципиально не сопоставима с функциональной латерализацией больших полушарий его мозга, при которой функции левого и правого полушария находятся в устойчивых отношениях комплементарности.

Выработка мозжечковых синергий - процесс длительный. Синергии оказывают мощные воздействия на развитие костей, суставов и связок организма. В частности формируются изгибы позвоночника в сагиттальной плоскости тела, во фронтальной же плоскости изменяется форма тазовых костей. Во время освоения ребенком прямохождения поперечный диаметр входа в таз начинает превалировать над продольным и косым, как было раньше, крылья таза и седалищные бугры расходятся во фронтальной плоскости; в целом, фронтальная ось таза становится длиннее и, следовательно, возможности балансировки в этой плоскости возрастают. Преобладание ширины таза у женщин, возможно, и объясняет экспериментально обнаруженный факт, заключающийся в том, что колебания тела в вертикальной позе у женщин больше, чем у мужчин. Интересно, что в стойке на одной ноге

механизм латерального балансирования, хотя и менее надежный, тоже вырабатывается. Здесь опорную функцию выполняет анатомическая и динамическая ось стопы - ее 2 3 плюсневые кости, а балансировочную - крайние 1 5 плюсневые кости. ([26], с. 51).

Смещения тела над горизонтальной плоскостью, удержание его над нею и горизонтальные перемещения тела - это психологически содержательные смысловые задачи вертикализации позы человека. По отношению к этим задачам стабилизация тела в сагиттальной и фронтальной плоскостях представляют их операционный план. Как только этот операционный план осваивается, ребенок приступает к освоению техники поступательных перемещений в горизонтальной плоскости, т.е. к освоению ходьбы и других локомоций, в процессе которых весь механизм поддержания вертикальной позы становится одним из операционных функциональных фонов.

Хотя описание закономерностей онтогенетического развития локомоторных функций и произвольных действий с предметами не входит в нашу задачу, некоторые тенденции в дальнейшем развитии моторики необходимо отметить. Чем больше и разнообразнее становятся двигательные потребности ребенка, тем все активнее используется им фонд врожденных подкорковых синергий, которые приспособляются к конкретным условиям социальной жизни посредством их условно-рефлекторных преобразований в локомоторные и предметные синергии [27]. К процессу этих преобразований имеют прямое отношение, во-первых, проекционные отделы мозговой коры (пространственное поле С по Н.А. Бернштейну) с ведущей зрительной афферентацией, новая кора мозжечка и такие предмозжечковые ядра, как нижняя олива и ядра Варолиева моста. Нижняя олива получает импульсы через коллатерали эфферентных путей экстрапирамидных ядер, а ядра Варолиева моста - через коллатерали эфферентных пирамидных путей от коры мозга; здесь те и другие импульсы суммируются под углом зрения массы, пространства и времени планируемого локомоторного акта или произвольного предметного действия и только затем поступают своеобразными квантами в кору мозжечка.

Подведем итоги.

1. Горизонтальная плоскость тела - базисное поле взаимодействия организма с силой земного тяготения. Миф об Антее.

2. Вертикализация позы тела наиболее интенсивна на протяжении первых 2-ух лет жизни ребенка, что находится в связи с активностью глубинных стволово-подкорковых отделов его мозга. Соответствующие сновки формируются в направлении от орального конца тела к каудальному. Становление статической позной активности предшествует становлению кинетической. В процессе становления позной статики наблюдается переходящая атаксия тела и его частей.

3. Афферентацию позной активности осуществляют разнообразные механорецепторы (вестибулярные, кожные и мышечно-суставные), а также зрение. Комплексы соответствующих ощущений образуют "кинестетическую" чувствительность [28-30].

4. В адаптивной деятельности ребенка сочетаются эффекты врожденного безусловно-рефлекторного механизма восстановления нарушенного равновесия и приобретаемого после рождения условно-рефлекторного механизма сохранения равновесия. Первый механизм "работает" на эмоционально отрицательном оборонительном подкреплении, второй - на эмоционально положительном ориентировочно-исследовательском.

5. В позной статике существенна функциональная роль предмозжечковых ядер, мозжечка и структур четверохолмия.

6. Для статики позы характерны такие мозжечковые синергии как: выпрямительные позно-тонические рефлексы, синергии держания головы, сидения, стояния, позная статические синергии отдельных частей тела, в первую очередь рук.

7. В развитии позной статики имеют место, по-видимому, два функциональных механизма [2, 31, 32]: во-первых, преимущественно верхне-стволовой тонический, основанный на сгибательно-разгибательных синергиях и соотносимый прежде всего с сагиттальной плоскостью тела и, во-вторых, преимущественно балансирующий, основанный на подкорковых таламо-паллидарных синергиях и соотносимый прежде всего с фронтальной плоскостью тела.

Список литературы

1. Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л.. Регуляция позы человека. - М.: Наука, 1965. - 256 с.
2. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. Современные проблемы изучения механизмов позной статики человека // Вестник научно-технического развития. – 2014. - № 8(84). - С.3-14.
3. Винарская Е.Н., Кууз Р.А., Ронкин М.А., Фирсов Г.И. Взаимосвязь афферентного и эфферентного системного синтеза в изучении поструральной активности человека // Информатика и системы управления. - 2008. - № 2(16). - С.115-116.
4. Винарская Е.Н., Кууз Р.А., Ронкин М.А., Фирсов Г.И. Проблемы системного синтеза в изучении поструральной активности человека // Информация и процессы управления. - 2007. - № 1(13). Приложение. - С.14-16.
5. 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.
6. Винарская Е.Н., Кууз Р.А., Ронкин М.А., Фирсов Г.И. Исследование процессов взаимодействия афферентного и эфферентного системного синтеза в поструральной активности человека // Информатика и системы управления. - 2010. - № 2(24). - С.47-49.
7. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. - М.: Медицина, 1975. - 448 с.
8. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. - М.: Медицина, 1968. - 546 с.
9. Бернштейн Н.А. О построении движений. - М.: Соцэкгиз, 1949. - 255 с.
10. Бернштейн Н.А. Современные искания в физиологии нервного процесса. / Под ред. И.М. Фейгенберга, И.Е. Сироткиной. - М.: Смысл, 2003. - 330 с.
11. Бернштейн Н.А. Избранные труды по биомеханике и кибернетике. / Ред.-сост. М.П. Шестаков. - М.: СпортАкадемПресс, 2001. – 296 с
12. Ильинский О.Б. Физиология сенсорных систем. Часть III. Физиология механорецепторов. - Л.: Наука, 1975. - 560 с.
13. Приймаков А.А., Евгеньева Л.Я., Зенина И.В. Активность и взаимодействие анализаторных систем при регуляции позы у спортсменов // Физиологические механизмы целенаправленной деятельности спортсменов. Тезисы докладов Всесоюзной научно-практической конференции. - М.: ЦНИИ спорта, 1991. - С. 75-77.
14. Шапков Ю.Т. Афферентный контроль произвольных движений // Физиологические механизмы целенаправленной деятельности спортсменов. Тезисы докладов Всесоюзной научно-практической конференции. - М.: ЦНИИ спорта, 1991. - С. 80-82.
15. Словарь физиологических терминов. - М.: Наука, 1987. - 446 с.
16. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. Анализ автоматизмов управления позной статикой // Системный анализ в медицине. VIII Международная научная конференция САМ 2014 (Благовещенск, 29-30 мая 2014 г.). Материалы. – Благовещенск: ДНЦ ФПД СО РАМН, 2014. – С.184-188.
17. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. Экспериментальные исследования автоматизмов управления позной статикой методом компьютерной стабилографии // Системный анализ в медицине. VIII

- Международная научная конференция САМ 2014 (Благовещенск, 29-30 мая 2014 г.). Материалы. – Благовещенск: ДНЦ ФПД СО РАМН, 2014. – С. 188-192.
18. Сепп Е.К. История развития нервной системы позвоночных. - М.: Медгиз, 1949. - 419 с.
19. Сепп Е.К., Цукер М.Б., Шмидт Е.В. Нервные болезни. - М.: Медгиз, 1954. - 554 с.
20. Блинков С.М., Глезер И.И. Мозг человека в цифрах и таблицах. - М.: Медицина, 1974. - 471 с.
21. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. Проблемы становления статической позной активности в онтогенезе. I. // Современные наукоемкие технологии. - 2005. - № 9. - С.92.
22. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. Проблемы становления статической позной активности в онтогенезе. II. // Современные наукоемкие технологии. - 2005. - № 9. - С.92-93.
23. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. Проблемы становления статической позной активности в онтогенезе. // Успехи современного естествознания. - 2008. - № 1. - С. 61-62.
24. Винарская Е.Н., Суслов В.Н., Фирсов Г.И. Проблемы становления статической позной активности в онтогенезе. IV. // Современные наукоемкие технологии. - 2007. - № 1. - С.49.
25. Винарская Е.Н., Кууз Р.А., Фирсов Г.И. Методы компьютерной стабилографии и нелинейной динамики в задачах оценки функционального состояния человека // Успехи современного естествознания. - 2005. - № 6. - С. 60-61
26. Агаян Г.Ц. Квантовая модель системной организации целенаправленной деятельности человека. - Ереван: Айастан, 1991. - 224 с.
27. Винарская Е.Н., Суслов В.Н., Фирсов Г.И. Методы теории функциональных систем и физиологии активности в решении задач социо-психо-физиологии // Естествознание и гуманизм. Сб. научных работ. Том 1, № 3. - Томск: Сиб. Гос. мед. Ун-т, 2004. - С.3-6.
28. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. О роли кинестетической чувствительности в управлении статикой вертикальной позы тела человека // Вестник научно-технического развития. – 2014. - № 10(86). - С.3-14.
29. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. Сенсорный синтез в организации кинестетической чувствительности позной статики человека // Системный анализ в медицине. IX Международная научная конференция САМ 2015 (Благовещенск, 22-23 октября 2015 г.). Материалы. – Благовещенск: ДНЦ ФПД СО РАМН, 2015. – С.146-149.
30. Винарская Е.Н., Фирсов Г.И. Становление кинестетической чувствительности в управлении статикой позы человека // Системный анализ в медицине. IX Международная научная конференция САМ 2015 (Благовещенск, 22-23 октября 2015 г.). Материалы. – Благовещенск: ДНЦ ФПД СО РАМН, 2015. – С. 149-153.
31. Винарская Е.Н., Кууз Р.А., Фирсов Г.И. Проблемы оценки дискриминантно-прогностической способности количественных характеристик нелинейной динамики процессов регуляции позы в задачах клинической неврологии и спорта // Известия Южного федерального университета. Технические науки. Тематический выпуск «Медицинские информационные системы». – Таганрог: Изд-во ТПИ ЮФУ, 2008. № 6(83). – С.23-26.
32. Винарская Е.Н., Кууз Р.А., Фирсов Г.И. Исследование дискриминантно-прогностической способности количественных характеристик нелинейной динамики процессов регуляции позы в задачах клинической неврологии // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. Труды Пятой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Санкт-Петербург, 25-27 ноября 2010 г.). . Т. 5, № 1. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010. – С.317-320.

Дата поступления статьи: 20 февраля 2016 года.