

ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ МЕДИЦИНА, СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА, ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА, КУРОРТОЛОГИЯ И ФИЗИОТЕРАПИЯ, МЕДИКО-СОЦИАЛЬНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ

УДК 615.8

Галюков И. А., Быков Е. В.

*Уральский государственный университет физической культуры
Россия, Челябинск
galjukov@mail.ru*

МОРФО-ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЗОТОНИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ В НОРМЕ И ПРИ ДИСФУНКЦИИ

Аннотация. Механизмы статокINETической устойчивости тесно связаны с двигательными процессами выполняемыми скелетными мышцами. Возможности стабИлограммы позволяют не только дать характеристику поддержания позотонического баланса, но и выявить скрытые факторы, обуславливающие постуральные нарушения. Нейромиографическая оценка показателей мышц формирующих статокINETический дисбаланс дает возможность целенаправленно осуществлять восстановительные, реабилитационные и развивающие мероприятия.

Ключевые слова: *статокINETическая устойчивость, двигательные процессы, позотонические нарушения, стабИлограмма, электронейромиографические показатели*

Galyukov I.A., Bykov E.V.

*Ural State University of Physical Education
Russia, Chelyabinsk
galjukov@mail.ru*

MORPHO-TOPOGRAPHIC FEATURES OF POSOTONIC MANIFESTATIONS IN NORM AND DYSFUNCTION

Annotation. The mechanisms of statokinetic stability are closely related to the motor processes performed by skeletal muscles. The possibilities of the stabilogram make it possible not only to characterize the maintenance of posotonic balance, but also to identify hidden factors that cause postural disorders. Neuromyographic assessment of muscle parameters forming a statokinetic imbalance makes it possible to purposefully carry out rehabilitation, rehabilitation and developmental measures.

Keywords: *statokinetic stability, motor processes, posotonic disorders, stabilogram, electroneuromyographic parameters.*

Актуальность. Одной из важнейших функций центральной нервной системы человека является организация двигательных процессов. Изучение механизмов двигательных действий является сложнейшей задачей по причине того, что они включают в себя представление о взаимодействии раз-

личных систем управления на разных уровнях нервной системы, что создает необходимость понимания не только процессов управления двигательными действиями, но генезом обеспечивающим позотоническое сопровождение.

Уникальность статокINETической функции человека заключается в том, что

она обеспечивает стабильное поддержание вертикального положения тела при наличии большого числа свобод неустойчивой многозвенной суставной системы организма, при удержании проекции общей массы центра тела внутри малого контура опоры стоп. Формирование статокINETической функции человека происходит на этапе внутриутробного развития человека с дальнейшим развитием и совершенствованием её в постнатальном периоде. Возникающие нарушения в системе мать-плацента-плод во время беременности осложняют адаптацию ребёнка к внешней среде в постнатальном периоде жизни, приводят к формированию неврологической дисфункции или патологии, влияющей на качество жизни человека в дальнейшем. Установлено, что даже при незначительных нарушениях внутриутробного развития плода могут возникать нарушения в формировании статокINETических функций детей первого года жизни, а при особо значительных мозговых катастрофах, проявляемых центральным парезом, быть более выраженными и оставаться на всю жизнь.

Анализ существующей информации. Общепринято считать, что для двигательного становления здорового ребенка характерна определенная последовательность угасания ряда врожденных безусловных рефлексов, формированием установочных – выпрямляющих рефлексов и совершенствование реакции равновесия [13].

Безусловные рефлексы новорожденного делятся на 2 группы: сегментарные двигательные автоматизмы, которые обеспечиваются сегментами мозгового ствола – оральные автоматизмы, и спинного мозга – спинальные автоматизмы. Надсегментарные – позотонические автоматизмы регулируются центрами продолговатого мозга и ствола, при этом обеспечивают регуляцию мышечного тонуса в зависимости от положения головы. Надсегментарные позотонические автоматизмы, связанные с

регуляцией мышечного тонуса, обеспечивающиеся центрами продолговатого мозга, определяются как миелэнцефальные. В случае их несвоевременного редуцирования происходит формирование патологических тонических рефлексов, которые препятствуют выработке произвольных движений. В практической деятельности особое значение имеют следующие позотонические рефлексы: асимметричный шейный тонический рефлекс (АШТР): при повороте головы в сторону, рука на этой стороне разгибается, а на противоположной – сгибается. Симметричный шейный тонический рефлекс (СШТР) – сгибание головы вызывает повышение флексорного тонуса в руках и экстензорного в ногах. Лабиринтный тонический рефлекс: в положении на спине повышение тонуса разгибателей, а на животе – сгибателей. В норме позотонические рефлексы угасают в течение 2-4 месяцев от момента рождения, параллельно этому процессу происходит формирование установочных мезэнцефальных – цепных симметричных рефлексов [10]. Формирование центров мезэнцефальных рефлексов происходит в структурах среднего мозга. Важность этого процесса для развития и дальнейшей полноценной жизни ребенка огромна, так как происходит формирование выпрямляющих рефлексов, которые начинают развиваться с 1 месяца жизни и совершенствуются до 10-15 месяцев [6; 9].

Выпрямляющая туловищная реакция «выпрямляющий рефлекс с туловища на голову» формируется с конца 1 месяца жизни и проявляется при соприкосновении стоп ребенка с опорой, происходит выпрямление головы. Шейная выпрямляющая реакция начинает формироваться с 4 месяца развития и проявляется тем, что за поворотом головы в активную или пассивную сторону следует поворота туловища в ту же сторону, тем самым рефлекс обеспечивает поворот ребенка на бок. Выпрямляющий рефлекс туловища в норме становится выраженным к 6-8 месяцу жизни:

при ротации плеча происходит ротация туловища и таза в эту же сторону, что обеспечивает переворот со спины на живот и обратно, дает возможность встать на четвереньки, садиться, вставать. После формирования реакций выпрямления начинают вырабатываться реакции равновесия, которые заканчивают свое становление к 2 годам, и совершенствуются до 5-6 лет. У детей с перинатальным поражением ЦНС в ряде случаев можно наблюдать пожизненное изменение тонических рефлексов, что в свою очередь тормозит формирование установочных рефлексов, произвольную двигательную активность и реакцию равновесия [10; 14].

Физиологический гипертонус мышц у новорожденных считается нормой, если он сохраняется до 3-4 месяцев, при этом он проявляется симметричностью, позой эмбриона, когда руки согнуты во всех суставах, ноги слегка отведены, голова по средней линии. В случаях, когда гипертонус мышц и асимметричная поза наблюдается после 4-6 месяцев после утробного развития, следует заподозрить наличие центрального пареза, обусловленного перенесенной мозговой катастрофой в перинатальном или натальном периоде. Практически во всех случаях, когда у детей имеется центральный парез и различной выраженности позотонические нарушения, речь идет о сложных сочетанных формах детского церебрального паралича.

Отличительной особенностью позотонических рефлексов от постуральных рефлексов является то, что когда рефлекс обеспечивают устойчивое сохранение положения тела или его частей (головы, туловища, конечностей) в пространстве и относительно друг друга, то это позотонические проявления, то есть тонусе и статика, во втором еще и координационные процессы. Существует еще одно понятие – статокINETическая устойчивость, под которой понимается способность человека сохранять стабильную пространственную ориентировку и функцию равновесия, ко-

торые обеспечиваются регуляцией физиологических функций под воздействием статокINETических раздражителей. Устойчивость вертикального положения человека обеспечивается многоуровневой системой, управляемой за счет активности мышц на основе зрительной, вестибулярной и проприоцептивной информации [5].

СтатокINETические рефлексy компенсируют отклонения тела при ускорении или замедлении прямолинейного движения, а также при вращениях. Установлено, что при быстром подъеме усиливается тонус сгибателей, и человек приседает, а при быстром спуске усиливается тонус разгибателей, и человек выпрямляется – это так называемый лифтный рефлекс. При вращении тела реакции противовращения проявляются в отклонении головы, тела и глаз в сторону, противоположную движению. Движение глаз со скоростью вращения тела, но в противоположную сторону и быстрое возвращение в исходное положение – нистагм глаз – обеспечивают сохранение изображения внешнего мира на сетчатке глаз и тем самым зрительную ориентацию. Естественным фактором формирования и развития сложных механизмов синхронизации мышечной деятельности по выполнению позотонических рефлексов человека служат условия взаимодействия его с внешней средой и способность адаптации нервных процессов.

Общеизвестно, что в основе двигательных процессов человека лежат две формы механической реакции мышечных волокон: фазное (тетаническое) сокращение и длительное тоническое напряжение. Фазный процесс обеспечивается быстрым и сильным сокращением мышц, что необходимо при выполнении движений и коррекции позы. Данная деятельность осуществляется быстрыми двигательными единицами. Тоническое напряжение характеризуется медленным развитием, большей экономичностью, преобладанием изометрического режима и преимущественным участием медленных двигатель-

ных единиц, что лежит в основе поддержания определенной позы тела. Когда для поддержания позы требуется значительное усилие мышц, тогда для этого включаются фазные сокращения мышц. Процессы движения у человека, выполняемые скелетными мышцами, имеют тесную связь с функцией поддержания позы. Общепринято считать, что движения всегда происходят на фоне определенной позы тела, при этом процессы поддержания позы обеспечиваются с одной стороны тоническим напряжением мышц, с другой – фазной деятельностью [5; 11; 15].

Двигательная деятельность человека обеспечивается произвольными и непроизвольными движениями, а также позами, при этом произвольные движения вырабатываются с участием сознания, а по мере их освоения выполняются бессознательно. Модель будущего движения и его программы формируются в коре больших полушарий в предцентральной извилине, главную роль в осуществлении произвольных движений играют высшие интегративные связи. После осознания цели движения и необходимости его выполнения у человека в центральной нервной системе выполняется программирование схемы движения тела, при этом в процессе выполнения двигательного акта осуществляется постоянная коррекция его выполнения. В рамках формирования двигательных действий необходимо помнить, что непроизвольные движения и позы, выполняемые бессознательно, являются преимущественно безусловными рефлексами (ориентировочными, защитными и т.д.). Непроизвольными могут быть и те произвольные движения, и позы, которые автоматизируются при многократном их повторении. Непроизвольные двигательные действия, как тоническое напряжения мышц, осуществляются многоуровневой системой нервных центров, находящаяся под влиянием коры больших полушарий, а для возникновения мышечного тонуса достаточно деятельности рефлекторной дуги спинного мозга. В этом случае появление

тонуса обусловлено сокращением мышцы в ответ на раздражение проприорецепторов при их растяжении, что получило название миотатический рефлекс на растяжение. Растяжение мышцы возбуждает чувствительные нервные окончания в мышечных и сухожильных веретенах, импульсы от них идут по толстым афферентным волокнам в передние рога спинного мозга, где непосредственно передаются на альфа-мотонейроны и вызывают сокращение мышц [7; 8].

Степень тонического напряжения мышцы зависит от частоты импульсов, посылаемых к ней тоническими, альфа-мотонейронами, при этом частота разрядов альфа-мотонейронов, в свою очередь, регулируется импульсами от проприорецепторов той же самой мышцы. В итоге образуется замкнутое кольцо между мышцей и иннервирующими ее мотонейронами. Импульсы в этой дуге в норме регулируются вышележащими отделами нервной системы с помощью гамма-мотонейронов спинного мозга. В ряде случаев гамма-мотонейроны повышают чувствительность мышечных веретен, в итоге увеличивается поток импульсов от рецепторов к альфа-мотонейронам и от альфа-мотонейронов к мышце, что обуславливает повышение мышечного тонуса; этот процесс повышения напряжения мышц под влиянием деятельности гамма-мотонейронов определяется как гамма-регуляция. Регуляцию деятельности гамма-мотонейронов, а, следовательно, и тонуса скелетных мышц, осуществляют мозжечок, подкорковые и другие структуры экстрапирамидной системы, их активность постоянно находится под контролем ретикулярной формации ствола мозга, высший контроль осуществляет кора больших полушарий [3; 4].

Регуляция тонуса скелетных мышц осуществляются через мотонейроны спинного мозга отделы головного мозга, тем самым регулируя позы и двигательные реакции организма. Влияние на мышечный тонус оказывают как специфические, так и неспецифические системы головного

мозга. Специфические оказывают избирательное действие на отдельные группы мышц, усиливая тонус мышц-сгибателей через кортикоспинальный, кортико-руброспинальный, тракты.

Кортико-руброспинальный тракт также оказывает и неспецифическое диффузное влияние. Неспецифическая система обеспечивает изменение общего тонуса различных мышц, при этом средний мозг осуществляет активацию – усиление тонуса, а продолговатый мозг угнетение – торможение. Одновременно эти системы снижают тонус мышц-разгибателей. В противоположность им вестибулоспинальный путь повышает тонус мышц-разгибателей и тормозит тоническое напряжение мышц-сгибателей. Изменения тонуса происходят очень быстро, опережая двигательные акты, что позволяет организму подготовиться к необходимому движению, заранее изменив позу тела [9; 12; 14; 16].

Коррекция статокINETических процессов посредством органов зрения и слуха с участием мозжечка осуществляется через ретикуло-спинномозговой путь, а точнее через нейроны теменно-височно-затылочно-мосто-мозжечково-денто-руброспинального тракта – *tactus parieto-occipito-temporo-ponto-cerebello-dentato-rubro-spinalis*. Аксоны нейронов полей 37а, 37в, 37, 37ав, 37аа, располагаясь в коре теменно-височно-затылочной области, идут в составе лучистого венца через нижнюю треть задней ножки внутренней капсулы, между аксонами нейронов глубокой чувствительности и вестибулярного анализатора, проходят в основание ножки мозга, располагаясь латерально по отношению к центрально расположенным волокнам кортикоспинального тракта, и достигают нейронов моста. Аксоны клеток моста мозга переходят на противоположную сторону и в составе средней ножки мозжечка достигают грушевидных нейронов коры полушария мозжечка. Волокна этих клеток подходят к зубчатому ядру, далее в составе верхней мозжечковой ножки переходят на

противоположную сторону и заканчиваются в красном ядре. Волокна ядер красного ядра перекрещиваются вновь и в составе рубро-спинномозгового пути, отдавая коллатерали к нейронам ретикулярной субстанции ствола мозга, спускаются вниз в боковых канатиках спинного мозга, достигая α -малых и γ -мотонейронов передних рогов спинного мозга. Сами статокINETические процессы осуществляются благодаря боковым корково-спинномозговым *tractus corticospinalis lateralis* – основным перекрещенным пирамидным трактам, в их составе идёт большая часть пирамидных волокон системы. Проходит в латеральном канатике медиальнее заднего спинно-мозжечкового пути. Путь образует аксоны клеток, расположенных на противоположной стороне в предцентральной извилине в двигательной коре большого мозга. По своему нисходящему ходу пирамидный путь постепенно истончается, по причине того, что в каждом сегменте спинного мозга часть волокон заканчивается на мотонейронах переднего рога. По пирамидным путям от коры проводятся импульсы, вызывающие произвольные – сознательные движения. Передний корково-спинномозговой путь – *tractus corticospinalis anterior* прямой или не перекрещенный пирамидный тракт, находящийся в переднем канатике спинного мозга при этом, как и латеральный пирамидный путь состоит из аксонов клеток двигательной коры полушария расположенных ипсилатерально на той же стороне. Функция та же, что и у латерального пирамидного пути. Совместно они образует общую пирамидную систему.

Красноядерно-спинномозговой путь – *tractus rubrospinalis* руброспинальный тракт. Берёт своё начало от красного ядра среднего мозга и спускается в боковом канатике противоположной стороны спинного мозга к двигательным нейронам передних рогов. Этот путь проводит бессознательные - произвольные двигательные импульсы.

Покрышечно-спинномозговой путь *tractus tectospinalis* тектоспинальный тракт лежит в переднем канатике медиальнее переднего пирамидного пути. Он соединяет верхние холмики среднего мозга – подкорковые центры зрения и нижние холмики среднего мозга – подкорковые центры слуха с двигательными ядрами передних рогов спинного мозга. Наличие покрышечно-спинномозгового пути обеспечивает рефлекторные защитные движения при зрительных и слуховых раздражениях.

Преддверно-спинномозговой путь *tractus vestibulospinalis* - вестибулоспинальный тракт. Он отходит от клеток вестибулярных ядер в области ромбовидной ямки и направляется к двигательным клеткам передних рогов спинного мозга. Это путь поддержания равновесия тела человека [2; 5; 8; 9].

Ретикуло-спинномозговой путь – *tractus reticulospinalis* проходит в средней части переднего канатика. По нему проводятся возбуждающие импульсы от ретикулярной формации к мотонейронам спинного мозга. За счёт этого повышается восприимчивость мотонейронов ко всем регуляторным стимулам. Затылочно-теменно-височно-мосто-мозжечковый пути *tractus occipito-parieto-temporo-pontocerebellaris*, Он занимает латеральную часть ножек мозга и обеспечивает влияние затылочной, теменных и височных долей коры на мозжечок. Для обеспечения и сохранения вертикального положения мышечная активность координируется посредством интеграции разномодальных сигналов. Согласно данным В. С. Гурфинкель, Ю. С. Левик (1979, 1985, 2021) восстановление равновесия при изменении позы достигается путем локальных и нелокальных механизмов, которые интегрируются в единый процесс с использованием системы внутреннего представления тела в окружающем пространстве. Существующая система регуляции позы у человек призвана обеспечить устойчивость при ходьбе, при

перемещении тела, при выполнении различных произвольных движений [4; 6; 9; 12].

Произвольные движения изменяют положение центра массы тела, для сохранения равновесия и поддержания позы, устойчивость тела во время передвижения, стабилизации тела в новом положении и возникающие во время этого демпфирование – колебания должны подавляться мышечной активностью за счет изменения мышечного тонуса. По данным В. Х. Беленького (1967), у стоящего человека подъем руки изменяет активность позных мышц, в большинстве случаев это предшествует движению, что указывает на то, что регуляция позы происходит не только на основе рефлекторных механизмов, но включает в себя прогнозирование ЦНС взаимодействия позы и произвольного движения. Данный факт позволяет проводить исследования состояния нервно-мышечной системы как динамического фактора позотонических проявлений, как в норме, так и при патологии, объективно довольно точно оценивать результаты как в вопросах совершенствования системы путем тренировочного процесса, так восстановления функций в процессе реабилитации.

Выполненный анализ существующей информации свидетельствует о том, что можно достаточно точно определять уровень и характер дисфункций системы, отвечающие за поддержания статического баланса и состояния нейромышечной системы, обеспечивающие функционирование этого баланса. Для оценки состояния статических процессов и топического определения локализации возможных дисфункции показано проведение стабилотриии, а для оценки мышечно-тонических проявлений – электронейромиографии [1; 2; 3; 5].

Материал исследования. С целью выявления статокинетических дисфункций выполнялись стандартная проба Ромберга 34 случая или 23 на 100 случаев, а для скрытых нарушений усложненная поза

Ромберга – 37 и 27 соответственно. Для оценки нейромиографических показателей был проведен анализ по выбору мышечных групп и мышц (иннервирующих нервов), которые могут наблюдаться при врожденных позотонических рефлексах: асимметрично шейно-тонический – Магнуса-Клейна, симметрично шейно-тонический, лабиринтно-тонический

Асимметрично-шейно-тонический рефлекс: после поворота головы нейромиография выполнялась на уровне предплечья на лучевом и локтевом нерве, а также малоберцовом и больше берцовом нервах согласно общепринятой методике. Повторная регистрация данных проводилась после удержания головы в этом положении 3 минуты (по разработанному регламенту). В симметрично тоническом рефлексе принимают участие сгибатели рук и разгибатели ног, следовательно, лучевой, бедренный и малоберцовый нервы. Тонико-лабиринтный рефлекс – седалищный, бедренный и локтевой нервы. Другие позотонические рефлекссы нами не рассматривались [8; 10; 11; 12].

Обсуждение результатов. Оценка полученных результатов проводилась в сравнении групп: скрытые нарушения, где при проведении усложненной позы Ромберга отмечались статокINETические нарушения, и условно здоровые, где таких нарушений при осмотре пациентов не отмечалось. Для оценки участия и влияния зрительного анализатора в обоих случаях проводилась оценка при закрытых и открытых глазах [10].

Количественная оценка позы Ромберга (коэффициент Ромберга в %) – стабильности пациентов – рассчитывалась по соотношению зрительной к проприоцептивной системе путем расчета соотношения площади статокINETограммы с открытыми к закрытым глазам – показал, что в случаях скрытых позотонических нарушений этот показатель выше $148 \pm 7,4$ в сравнении с группой условно здоровые $131 \pm 3,8$ при $p > 0,05$.

В своей повседневной деятельности ежесекундно человек выполняет огромное количество действий, влекущих за собой смещение его центра тяжести, а, следовательно, и изменение давления на поверхность, на которой он находится. Возможность стабиллограммы позволяют дать характеристику положения центра тяжести, а, следовательно и давления в системах координат X и Y, база опоры в этом случае выступает как показатель среднего положения центра давления, при этом она отражает глобальные характеристики баланса тела, такие как смещение нагрузки влево или вправо, вперед или назад от нормального положения в системе координат базы опоры.

Осевые отклонения как по оси X, так и Y, были более значимые в группе скрытых проявления: (X–Y) 1.35 ± 0 , открытых – 28.7 ± 0.2 и закрытых 1.41 ± 0.1 , – 32.3 ± 0.3 глазах где $p < 0,05$ во всех случаях. В группе условно – здоровые: 1.2 ± 0.1 , 0.9 ± 0.1 и 24.5 ± 0.2 , -27.1 ± 0.1 , при $p < 0,05$ соответственно.

Высоко точным диагностическим критерием при стабиллометрии является показатель дисперсии центра давления, который проявляется феноменом рассеивания точек по осям X и Y. Дисперсия по осям Y и X составляла при открытых 2.27 ± 0.5 , 1.71 ± 0.2 , закрытых глазах 3.17 ± 0.8 , 2.5 ± 0.3 , $p < 0,05$. В группе условно-здоровых 2.14 ± 0.2 , 1.51 ± 0.1 , и 2.41 ± 0.2 , 2.0 ± 0.2 , $p > 0,05$ соответственно. Анализ эти данных свидетельствует о том, что в группе «скрытых проявлений» при закрытых глаза отмечается более значительное увеличение дисперсии чем группе «условно здоровые», то есть о более значимом участии глубокой чувствительности в процессе стабилизации.

При необходимости оценки эффективности воздействия какого-нибудь фактора на статокINETические или позотонические процессы целесообразно использовать индекс динамической стабилизации, который демонстрирует детерминирован-

ный уровень функции равновесия человека и отражает изменения его функционального состояния под воздействием фактора воздействия.

Оценка стабильности позы пациентов оценивалась по результатам средней скорости перемещения центра давления на платформу – показатель, который рассчитывается путём деления длины статокинезиограммы на время наблюдения. Было установлено что в группе условно здоровых этот показатель соответствовал 5.97 ± 0.2 мм/с, при закрытых глазах он составлял 8.9 ± 0.2 мм/с при $p < 0,05$; в группе скрытых нарушений 7.4 ± 0.3 и 10.5 ± 0.2 при $p < 0,05$ соответственно. В обоих случаях было отмечено что при закрывании глаз этот показатель увеличивался, в сравнении условно здоровых и скрытых нарушений соответственно он был выше в последней группе 8.9 ± 0.2 как 10.5 ± 0.2 $p < 0,05$.

Характеристику состояния систем, участвующих в поддержание статокинетической позы и баланса при стабилотрии, дает показатель частоты колебаний по осям. Показатель «основная частота колебаний» - это собственная частота колебаний в основной стойке тела человека, показатель стабилен и индивидуален и в среднем составляет $0,35$ Гц, изменение частоты колебаний на стабิโลграмме позволяет оценить баланс человека и выявить имеющиеся нарушения. Для дифференциальной диагностики принято считать, что частота в диапазоне $0-0,3$ Гц базовая и медленная, в диапазоне $0,5-1,5$ Гц это средняя частота, и соответствуют сокращению больших групп мышц, колебания с частотой свыше 2 Гц являются высокочастотными и являются признаком неврологической патологии. Согласно полученным данным основная частота колебаний по осям X и Y составила 1.98 ± 0.4 и 1.42 ± 0.4 при закрытых глазах 1.64 ± 0.4 и 1.45 ± 0.4 в группе условно здоровых. В группе скрытых проявлений 2.21 ± 0.2 и 2.33 ± 0.3 , 2.34 ± 0.2 и 2.56 ± 0.3 соответственно, во всех случаях $p > 0,05$.

Спектральный анализ распределения энергии сигнала внутри частотного диапазона определяется как энергия спектра по оси. Энергия спектра при стабилотрии даёт возможность оценки частотно-временной зависимости и мгновенной энергии, которая может меняться в ходе проведения обследования, что позволяет иметь представление о происходящем колебательном процессе, а в итоге и в целом о стоянии статокинетического процесса у человека.

Для расчёта показателя мгновенной энергии и частоты строится и рассчитываемые по специальным формулам, совместное распределение амплитуды, частоты и времени – ненормированный спектр Гильберта. В результате исследования были получены следующие результаты: основная частота колебаний по оси X при открытых 1.98 ± 0.4 и закрытых 1.64 ± 0.4 глазах, в среди группе здоровых 2.21 ± 0.2 и 2.34 ± 0.2 , достоверность где в обоих случаях соответствовала $p > 0,05$. По оси Y результаты были следующими при открытых 1.42 ± 0.4 , закрытых 1.45 ± 0.4 глазах, в группе здоровых 2.33 ± 0.3 и 2.56 ± 0.3 , при $p > 0,05$. Для оценки стабильности позы человека при стабилотрии используется показатель средней скорости статокинезиограммы V мм/с – это средняя скорость движения центра давления в течение всего периода обследования на платформу. Расчёт средней скорости осуществляется путём деления длинны статокинезиограммы на время исследования. Установлено, что чем выше значение показателя, тем менее стабильна поза человека. Средняя скорость статокинезиограммы по результатам исследования соответствовала при открытых 5.9 ± 0.2 и закрытых 8.9 ± 0.2 глазах, в группе условно здоровых 7.4 ± 0.3 и 10.5 ± 0.2 , во всех случаях $p > 0,05$.

В тех случаях, когда имеет место явное клиническое проявление позотонических проявлений, необходимо проводить расширенное статокинетические исследование. Так, для объективизации характера

движения центра давления в стабиллограмме целесообразно определять показатель «соотношение длины эллипса к его ширине», для оценки статической характеристики вестибулярных функций и стабильности основной стойки «коэффициент LFS» как отношение длины статокинезиограммы к её площади, для оценки стабильности позы человека показатель – площади доверительного эллипса – ПДЭ, основная часть площади, занимаемой статокинезиограммой, которая соответствует рабочей поверхности площади опоры человека. Увеличение ПДЭ свидетельствует об ухудшении, а уменьшение — об улучшении общей устойчивости. Ещё одним показателем, указывающим на устойчивость пациента в определённой плоскости, является разброс в плоскости, который свидетельствует о среднем разбросе колебаний центра давления относительно смещения в процессе проведения обследования, его увеличение говорит о снижении устойчивости.

Одним из интегративных параметров стабиллометрических исследований можно считать индекс устойчивости или индекс стабильности, который позволяет выявлять даже незначительные отклонения в системе постуральных процессов, проводить оценку динамики и коррекции позотонических дисфункций. Особое внимание следует уделить энергоиндексу (E_i), благодаря ему можно определять энергетические затраты на поддержание положения тела в положении стоя, при этом чем он меньше, тем менее выражены затраты энергии пациента на удержание себя в вертикальном положении. Для оценки участия и влияния центральной нервной системы на обеспечение поддержания позотонического баланса применялся метод нейро-миографии. Общепринято считать, что изменения, наблюдаемые на нейромиограммах, не носят достаточно специфических изменений и не могут быть использованы в процессе дифференцирования участия мотонейронов в позотонических процессах. Исходя из

этого, нами был разработан метод функциональной пробы – статическая нагрузка позой, при которой нейромиография выполнялась повторно через 60 и 120 секунд, с последующей оценкой восстановления через 3 минуты. Учитывая то, что, при выполнении статической нагрузки в основном участвуют γ мотонейроны, мы экстраполировали данное утверждение на получаемые результаты наших исследований.

Практически при всех позотонических, статокинетических и постуральных проявлениях участвует икроножная мышца, она и явилась объектом исследования. По причине того, что физиологическое поддержания баланса в основной стойке, при котором все балансировочные движения происходят в пределах рабочей амплитуды через голеностопный сустав, где в большей степени основная роль принадлежит икроножной мышце, в меньшей камбаловидной, данное явление определяется как «голеностопная стратегия». Голеностопная стратегия – это двигательная стратегия, используемая в условиях незначительного дисбаланса при нахождении человека на устойчивой поверхности. Она помогает восстановить общий центр массы тела за счёт движений в голеностопных суставах, через последовательную активацию разгибателей стопы, голени и бедра, что приводит к вращению тела вокруг голеностопного сустава с относительно малыми моментами в коленном и тазобедренном суставах. При выраженных статокинетических нарушениях, когда регистрируются быстрые или большие амплитуды движения, целесообразно проводить оценку баланса, задействуется тазобедренная стратегию, то есть когда в движения по стабилизации позы включаются мышцы тазобедренных суставов. По итогам проведенных исследований мы считаем, что наиболее целесообразно необходимо представить нейромиографические результаты до и после выполнения статической нагрузки, где в обеих группах как в амплитудные, так и частотные показатели изменялись (таблицы 1 и 2).

Таблица 1 – Характеристика показателей нейромиографии икроножной мышцы

Показатели ЭНМГ	Значение показателей Н-рефлекса			
	Группа пациентов со скрытыми нарушениями до нагрузки	Группа пациентов со скрытыми нарушениями после нагрузки	Группа условно здоровые пациенты до нагрузки	Группа условно здоровые пациенты после нагрузки
Макс ампл, мВ	5,4+1,5	3,4+1,4	9,9+1,3	7,6+1,1
Порог возб, мА	13,6+1,3	22,4+1,5	8,8+1,1	16+0,3
Латент период, мс	31,4+1,1	29,5+1,2	28,7+1,2	22+0,5
Длительность, мс	22,0+2,1	17,4+4,0	24,7+1,1	19+0,6
	Значение показателей М-ответа			
Макс ампл, мВ	15,3+1,0	14,0+1,2	16,2+1,3	15+0,5
Порог возб, мА	15,2+1,5	28,1+1,5	10,1+1,1	12+0,7
Латент период, мс	5,1+0,6	6,0+0,5	5,3+0,9	7,2+0,6
Длительность, мс	20,1+1,4	14,1+1,0	21,2+1,2	15,8+0,9

Для оценки функционального состояния сегментарного аппарата нами применялся коэффициент отношения макси-

мальной амплитуды Н-рефлекса к максимальной амплитуде М-ответа, что позволяло оценивать участие мотонейронов в активации мышечных волокон, таблица 2.

Таблица 2 – Отношение Н-рефлекса/М-ответа икроножной мышцы

Статистические показатели	Отношение амплитуды Н _{макс} /М _{макс} в группе пациентов со скрытыми нарушениями мВ и в%		Отношение порогов возникновения Н-рефлекса/М-ответа в мА. и в%	
	Группа пациентов со скрытыми нарушениями	Группа условно здоровые пациенты	Группа пациентов со скрытыми нарушениями	Группа условно здоровые пациенты
до нагрузки	35,1+1,0	48,5+4,9	0,9+0,9	1,1+0,1
после нагрузки	21,9+1,2	35,7+4,4	0,8 +0,1	1,6+0,1
%	30,3	14,5	6,6	4,9

Достоверность различий результатов проведенных исследований по критериям Стьюдента составляла 97 %. Наблюдаемые изменения на нейромиограммах свидетельствовали о том, что икроножная мышца, обеспечивающая позотоническую

функцию тела при проведении статической пробы, имеет существенное изменение показателей. При сравнении показателей в группах пациентов со скрытыми нарушениями и условно здоровыми есть также изменения, которые позволяют говорить в возможном их использовании их в

диагностике и коррекции скрытых мышечных дисфункций [1, 3, 5].

Резюме. Оценка позотонических девиаций методами стабилотрии позволяет выявить практически любые скрытые дифункциональные проявления. Исследование проблемных показателей, выявленных методом стабилотрии с применением функциональной пробы – статическое напряжение мышц – позволяет методом нейромиографии уточнить уровень выраженности дефекта, определить возможности компенсации данной проблемы и разработать план мероприятий по восстановлению позотонической дисфункции, а в ходе выполнения коррекции статокINETических проблем осуществлять контроль и вносить корректировки в проводимые мероприятия.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Кпименчук, В. И. Динамический электрофизиологический контроль в диагностике и лечении периферических невропатий / В. И. Кпименчук, Д. Ю. Очинский // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. – 2018. – 12. – С. 50-55.

2. Friedrich, Unterharnscheidt Boxing: Medical Aspects / Friedrich Unterharnscheidt, Julia Taylor Unterharnscheidt. – М. : Academic press, 2019. – 900 с.

3. Беляков, В. В. Значение F-волны и H-рефлекса для оценки функционального состояния спинномозговых нервов у больных с дистрофическим поражением межпозвонковых дисков / В. В. Беляков // Мануальная терапия. – 2004. – № 2. – С. 82.

4. Верховина, Т. К. Клиническая электронейромиография / Т. К. Верховина, С. А. Живолупов. – Санкт-Петербург : ВМедА, 2007. – 152 с.

5. Гинсберг, Л. Неврология для врачей общей практики Перевод с английского А. П. Камчатнова под редакцией доктора мед. наук, профессора

П. Р. Камчатнова. С предисловием академика РАМН Е. И. Гусева. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 671 с.

6. Клиническая детская неврология: моногр. / Под редакцией А. С. Петрухина. – Москва : Медицина, 2021. – 203 с.

7. Команцев, В. Н. Методические основы клинической электронейромиографии: руководство для врачей / В. Н. Команцев. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 170.

8. Неврология: национальное руководство: в 2-х т. / под ред. Е. И. Гусева, А. Н. Коновалова, В. И. Скворцовой. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – Т. 1. – 880 с. (Серия "Национальные руководства").

9. Никифоров, А. С. Клиническая неврология. В 3 томах. Том 3 (часть 1). Основы нейрохирургии / А. С. Никифоров, А. Н. Коновалов, Е. И. Гусев. – Москва : Медицина, 2023. – 600 с.

10. Скворцов, Д. В. Стабилотетическое исследование (краткое руководство) / Д. В. Скворцов. – Москва : Мера-ТСП, 2010. – 171 с.

11. Справочник по невропатологии. – Москва : Мир, 2023. – 320 с.

12. Физические факторы в лечении детских церебральных параличей. Под ред. Н. А. Усаковой и Р. Г. Красильниковой. – Москва: Советский спорт, 2006. – 192 с.

13. Ходос, Б. Г. Нервные болезни Руководство для врачей 5-е издание, исправленное и дополненное / Б. Г. Ходос. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2013. – 616с.

14. Хольц, Р. Помощь детям с церебральным параличом. Под ред. Е. В. Ключковой / Р. Хольц. – Москва : Теревинф, 2007. – 336 с.

15. Шамарин, Т. Г. Возможности восстановительного лечения детских церебральных параличей/ Т. Г. Шамарин, Г. И. Белова. – Калуга, 2006. – 312 с.

16. Шипицина, Л. М. Детский церебральный паралич / Л. М. Шипицина, И. И. Мамайчук. – Санкт-Петербург : Изд-во «Дидактика Плюс», 2004. – 272 с.

References

1. Kpimenchuk, V. I. Dinamicheskij e`lektrofiziologicheskij kontrol` v diagnostike i lechenii perifericheskix nevropatij / V. I. Kpimenchuk, D. Yu. Ochinskij // Vestnik nevrologii, psixiatrii i nejroxirurgii. – 2018. – 12. – S. 50-55.
2. Friedrich, Unterharnscheidt Boxing: Medical Aspects / Friedrich Unterharnscheidt, Julia Taylor Unterharnscheidt. – M. : Academic press, 2019. – 900 c.
3. Belyakov, V. V. Znachenie F-volny` i N-refleksa dlya ocenki funkcional`nogo sostoyaniya spinnomozgovy`x nervov u bol`ny`x s distroficheskim porazheniem mezhpozvonkovy`x diskov / V. V. Belyakov // Manual`naya terapiya. – 2004. – № 2. – S. 82.
4. Verxozina, T. K. Klinicheskaya e`lektronejromiografiya / T. K. Verxozina, S. A. Zhivolupov. – Sankt-Peterburg : VMedA, 2007. – 152 s.
5. Ginsberg, L. Nevrologiya dlya vrachej obshhej praktiki Perevod s anglijskogo A. P. Kamchatnova pod redakciej doktora med. nauk, professora P. R. Kamchatnova. S predisloviem akademika RAMN E. I. Guseva. – Moskva : BINOM. Laboratoriya znaniy, 2015. – 671 s.
6. Klinicheskaya detskaya nevrologiya: monogr. / Pod redakciej A. S. Petruxina. – Moskva : Medicina, 2021. – 203 c.
7. Komancev, V. N. Metodicheskie osnovy` klinicheskoy e`lektronejromiografii: rukovodstvo dlya vrachej / V. N. Komancev. – Sankt-Peterbur, 2006. – S. 170.
8. Nevrologiya: nacional`noe rukovodstvo: v 2-x t. / pod red. E. I. Guseva, A. N. Konovalova, V. I. Skvorczovoj. – 2-e izd., pererab. i dop. – Moskva : GE`OTAR-Media, 2022. – T. 1. – 880 s. (Seriya "Nacional`ny`e rukovodstva").
9. Nikiforov, A. S. Klinicheskaya nevrologiya. V 3 tomax. Tom 3 (chast`1). Osnovy` nejroxirurgii / A. S. Nikiforov, A. N. Konovalov, E. I. Gusev. – Moskva : Medicina, 2023. – 600 c.
10. Skvorczov, D. V. Stabilometicheskoe issledovanie (kratkoe rukovodstvo) / D. V. Skvorczov. – Moskva : Mera-TSP, 2010. – 171 s.
11. Spravochnik po nevropatologii. – Moskva : Mir, 2023. – 320 c.
12. Fizicheskie faktory` v lechenii detskix cerebral`ny`x paralichej. Pod red. N. A. Usakovoj i R. G. Krasil`nikovoj. – Moskva: Sovetskij sport, 2006. – 192 s.
13. Xodos, B. G. Nervny`e bolezni Rukovodstvo dlya vrachej 5-e izdanie, ispravlennoe i dopolnennoe / B. G. Xodos. – Moskva : Medicinskoe informacionnoe agentstvo, 2013. – 616s.
14. Xol`cz, R. Pomoshh` detyam s cerebral`ny`m paralichom. Pod red. E. V. Klochkovoj / R. Xol`cz. – Moskva : Terevinf, 2007. – 336 s.
15. Shamarin, T. G. Vozmozhnosti vosstanovitel`nogo lecheniya detskix cerebral`ny`x paralichej/ T. G. Shamarin, G. I. Belova. – Kaluga, 2006. – 312 s.
16. Shipicina, L. M. Detskij cerebral`ny`j paralich / L. M. Shipicina, I. I. Mamajchuk. – Sankt-Peterburg : Izd-vo «Didaktika Plyus», 2004. – 272 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Быков Евгений Витальевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивной медицины и физической реабилитации, проректор по научно-исследовательской работе, Уральский государственный университет физической культуры. Челябинск, Россия.

454091, г. Челябинск, ул. Орджоникидзе, 1.

Телефон: 8(351)2170358.

Эл. почта: bykovev@uralgufk.ru.

Галюков Игорь Анатольевич – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры спортивной медицины и физической реабилитации, Уральский государственный университет физической культуры. Челябинск, Россия.

454091, г. Челябинск, ул. Орджоникидзе, 1.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Bykov Evgeny Vitalievich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Vice-Rector for Research, Ural State University of Physical Culture. Chelyabinsk, Russia.

Ordzhonikidze str., 1, Chelyabinsk, 454091.

Phone: 8(351)2170358.

E-mail: bykovev@uralgufk.ru .

Galyukov Igor Anatolyevich – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Ural State University of Physical Culture. Chelyabinsk, Russia.

Ordzhonikidze str., 1, Chelyabinsk, 454091.