

В.И. Доценко<sup>1,2</sup>, В.И. Усачев<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва

<sup>2</sup>ООО Научно-медицинская фирма «Статокин», Москва

<sup>3</sup>Институт остеопатической медицины им. В.Л. Андрианова, Санкт-Петербург

# Стабилометрия в диагностике постуральных нарушений в клинической практике: дефиниции, традиционная стабилометрия и векторный анализ

Доценко Владимир Иванович / statokyn@aha.ru

**Ключевые слова:** диагностика нарушения функции равновесия, оценка эффективности лечения, центр давления стоп, стабилометрия, векторный анализ, линейный вектор статокинезиграммы, качество функции равновесия, динамическая стабилизация позы, коэффициент резкого изменения направления движения.

**Резюме.** В статье описаны современные информативные алгоритмы оценки статокинезиграммы при проведении стабилометрических исследований. Описаны новейшие подходы в векторном анализе, а также приведены алгоритмы расчета и физиологической интерпретации качества функции равновесия.

V.I. Dotsenko<sup>1,2</sup>, V.I. Usachev<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>SSC RF – IBMP RAS, Moscow

<sup>2</sup>Research-and-medical Company “Statokyn” Ltd., Moscow

<sup>3</sup>The Institute of osteopathic medicine named after Andrianov V.L., Saint-Petersburg

## Stabilometry in the diagnosis of postural disorders in clinical practice: definitions, traditional stabilometry and vector analysis

Dotsenko Vladimir Ivanovich / statokyn@aha.ru

**Key words:** diagnosis of dysfunction of the balance function, evaluating the effectiveness of treatment, pressure center of the feet, stabilometry, vector analysis, linear vector of a statokinesigram, quality of balance function, dynamic stabilization of the posture, coefficient of sharp change in the direction of motion.

**Summary.** The article presents the modern informative algorithms for evaluating statokinesigram in stabilometric research. The modern approaches to vector analysis are described, and algorithms are described for calculating and physiological interpretation of the quality of balance function.

Удержание вертикальной позы, прямостояние и бипедальная локомоция – это ключевые компоненты функциональной системы антигравитации и венец эволюции человека в его приспособительной деятельности к существованию в гравитационном поле Земли.

Изучением механизмов поддержания вертикальной позы в норме и при раз-

витии ряда патологических состояний организма, формирования компенсаторных механизмов позной регуляции занимается особая область человеческого знания – постурология (от лат. *postura* – поза). Об актуальности выделения этого медико-биологического направления в отдельную науку свидетельствует существование за рубежом нескольких ас-

социаций специалистов в области постурологии, в частности авторитетнейшей *Association française de posturologie*.

Приведем основные сведения о механизмах поддержания вертикальной позы и о современной стабилометрической диагностике, которые в последние годы приходят на смену мифам и откровенным фантазиям. Получение

объективных данных стало возможным с внедрением в стабилметрическую диагностику алгоритмов *векторного анализа статокинезиграммы*, являющихся приоритетом российских исследователей.

Удержание человеком вертикальной позы сопровождается его микроколебательным (в сравнении с габаритами человека!) процессом, очень редко заметным при визуальном наблюдении за актом естественного комфортного стояния. Происходят достаточно сложные гармонические колебания как общего центра масс (ОЦМ), так и центра давления (ЦД) стоп на плоскость опоры, которые в силу объективных обстоятельств не совпадают по амплитуде и фазности.

ЦД – это та интегральная точка на плоскости опоры, в которую в реальном времени объемное геометрическое тело – человек, имеющий, во-первых, различную плотность тканей организма, и, во-вторых, установленный не в виде несгибаемого прямого луча (или жесткого цилиндра), а постоянно меняющийся в сочленениях туловища взаимную конфигурацию его сегментов, как бы усредняется в ходе поддержания своей вертикальной стойки. Таким образом, мы подчеркиваем, что ЦД не является отображением проекции ОЦМ человека на плоскость опоры и колебательные процессы ОЦМ и ЦД не тождественны (их отождествление – распространенная ошибка исследователей). Общим свойством ЦД и проекции ОЦМ устойчиво стоящего (не падающего) человека является лишь то, что локализуются они в пределах координат границы опоры человека (т.н. стопного полигона).

*Статокинезиметрия* (син. *стабилометрия*) – метод качественного и количественного анализа колебательного процесса ЦД на плоскости опоры вертикально установленного или, что используется реже, сидящего человека. Метод служит для оценки функции равновесия и механизмов поддержания человеком вертикальной позы – как в норме, так и при различных патологических состояниях. Предпочтительным

является общепризнанный в мировой научной литературе термин *статокинезиметрия* (буквальная расшифровка – измерение движения человека, т.е. колебательного процесса ЦД, неизбежно возникающего во время обеспечения человеком своей статики, произвольного поддержания вертикальной позы), а не термин *стабилометрия*.

В условиях постоянно действующего гравитационного поля Земли процесс отклонения тела человека от вертикали в информационном плане является абсолютно необходимым для последующего восстановления утрачиваемого равновесия. С этой точки зрения у здорового человека функцию равновесия можно охарактеризовать как устойчивое неравновесие. И в этом поддерживающемся «неравновесии» в целях стабилизации вертикальной позы функционирует преимущественно тоническая мускулатура.

Инструментальным обеспечением метода *статокинезиметрии* на современном этапе служат *постурографические компьютерные комплексы – стабилметрические анализаторы*. Ключевым аппаратным модулем любого стабиланализатора является стабилплатформа, которая по реакциям опоры на четыре (реже – на три) тензодатчика при помощи компьютерной программы определяет искомую результирующую – ЦД стоящего на платформе человека, а затем по специальным алгоритмам происходит анализ колебательного процесса этого ЦД.

Наши исследования выполняются на современном отечественном *Стабилоанализаторе компьютерном с биологической обратной связью «СтабилАн-01»* (разработка и производство ООО Научно-медицинская фирма «Статокин» и ЗАО «ОКБ «Ритм»). Частота дискретизации стабилметрического сигнала этого комплекса составляет 50 Гц.

Траектория перемещения ЦД человека в двумерной системе координат в ходе поддержания им вертикальной позы или при выполнении произвольных тестовых движений носит название «статокинезиграмма» (СКГ). Элементарное разложение колебательного про-

цесса по направлениям горизонтальной плоскости (построение графиков изменения во времени амплитуды отклонения ЦД в сагиттальном и фронтальном направлениях) носит название «стабилограмма».

При проведении статокинезиметрии учитывается роль отдельных аналитических систем (слуха, зрения, дополнительной проприоцептивной нагрузки или депривации этой же модальности, оценка роли мандибулярного, т.е. нижнечелюстного афферентного входа) в удержании вертикальной позы.

На основе предъявления человеку «батареи» тестов профессором В.И. Усачевым (Санкт-Петербург) предложен последовательный алгоритм проведения исследования, в котором каждая из проб отвечает на свой круг вопросов; вычисляются соответствующие коэффициенты постуральной системы.

#### **Устойчивость, равновесие или динамическая стабилизация?**

Тело человека в вертикальном положении обладает большим запасом физической устойчивости. Площадь области перемещения ЦД стоп по отношению к площади полигона опоры с открытыми глазами не превышает 1%, а с закрытыми глазами – 1,5%. Даже у пациентов, страдающих вестибулярными расстройствами или детским церебральным параличом, этот показатель не превышает, соответственно, 5 и 10% [1]. Несмотря на 90%-ный запас физической устойчивости, эти пациенты постоянно подвержены риску падения.

В чем же секрет физиологического феномена устойчивости тела человека? Разделяемая большинством постурологов физическая теория перевернутого маятника не в состоянии объяснить механизм поддержания равновесия тела в вертикальном положении.

Тело человека представляет собой многозвенную и многоуровневую систему напряженной целостности – tensegrity, находящуюся в постоянном движении [2]. К человеку более применимо понятие биодинамики, а не биомеханики или кинематики. Тело

непрерывно выводится из состояния равновесия дыхательными движениями; гидродинамическими силами крови при сокращениях сердца; перистальтикой кишечника; краниосакральным ритмом и более медленными ритмами: мотильностью тканей с периодом 25-35 сек., медленными постуральными колебаниями с периодом около 60 сек., медленным «приливом» с периодом около 100 секунд. Благодаря наличию голеностопного шарнира наше тело неустойчиво и физически. Эти анатомо-физиологические особенности обуславливают выраженную тенденцию к падению.

И мы непременно упали бы, если бы не было соответствующего центрального нервного механизма, препятствующего падению. Тем не менее сам факт перманентного «падения» – великое благо для человека. Благодаря различным сенсорным системам, главными из которых являются проприоцептивная, вестибулярная и зрительная, наш мозг получает информацию о процессе отклонения от вертикали.

Если физически рычажные весы в состоянии равновесия неподвижны, то физиологически покой означает отсутствие обратной связи для коррекции отклонения тела.

Благодаря центральному нервному механизму посредством «мозаичной» активации мышц происходит ежемоментная коррекция утрачиваемого равновесия, причем движение совершается в наиболее выгодном направлении, в «энергосберегающем» режиме, с оптимальным линейным и угловым ускорением. Пока мы не знаем, как функционирует этот великолепный механизм, но его внешнее проявление можно обозначить динамической стабилизацией [3].

#### Традиционная стабилометрическая диагностика

Современной стабилومتрии чуть более 60 лет. Ее эпоха началась с раздельной регистрации перемещения ЦД стоп по фронтالي и сагиттали при помощи двухкоординатного самописца [4]. Таким образом, сложное движение

ЦД стоп раскладывалось на две составляющие, а затем анализировалось без учета его интегрального характера. Основными параметрами служили среднее смещение ЦД по фронтали и сагиттали, частота и амплитуда колебаний, а также общая длина стабิโลграмм. Позднее начал применяться спектральный анализ стабิโลграмм с помощью медленного преобразования Фурье.

С появлением персональных компьютеров возникла возможность анализа СКГ. По математическому ожиданию точек СКГ определялись координаты ЦД стоп. Наиболее простым и понятным является анализ площади СКГ. Общеизвестным считается определение площади СКГ по 95%-ному доверительному эллипсу, хотя возможно вычисление ее по выпуклому или вогнутому полигону. Следует отметить, что ориентация на оценку исключительно площади СКГ обладает серьезными недостатками. Указанная площадь крайне нестабильна во времени с тенденцией увеличения по экспоненциальному закону, обладает очень большой вариабельностью у одного и того же человека при повторных исследованиях [5].

Вторым основным показателем является длина СКГ.

Третьим показателем служит средний радиус отклонения ЦД.

Наиболее информативным оказалось использование четвертого показателя – средней скорости перемещения ЦД – длины СКГ, деленной на время исследования. Его информативность вытекает из нормированности по времени и отражения средней характеристики динамики перемещения ЦД стоп.

Однако все эти показатели объединяет одно отрицательное качество. Они не отражают всей динамики процесса перемещения ЦД, по которой можно было бы судить о динамической стабилизации вертикального положения тела. Образно говоря, это всего лишь застывшие фотографии итогового процесса, сделанные в различных ракурсах.

Из всего арсенала стабилметриче-

ских показателей, предложенных для проведения традиционной стабилметрической диагностики, на сегодняшний день можно с достаточной степенью надежности опираться на координаты ЦД стоп, среднюю скорость его перемещения и спектральный анализ стабิโลграмм.

#### Векторный анализ СКГ

Современное состояние компьютерной статокинезиметрии применительно к задачам клинической неврологии и нейрореабилитации характеризуется поиском новых подходов к оценке вертикальной позы человека с позиций ее естественности, комфортности и энергопотребления. Известно, что часами удерживаемая здоровым человеком вертикальная поза без признаков какого-либо дискомфорта и утомления предполагает наличие сформированных в эволюции при переходе человека к прямохождению и бипедальной локомоции неких механизмов по оптимизации процессов удержания вертикальной позы и минимизации энергозатрат при выполнении этой весьма сложно организованной двигательной синергии. Удержание равновесия, стабилизация вертикальной позы в пространстве действительно являются сложнейшим двигательным актом с вовлечением в него активности десятков мышц туловища и конечностей, а не состоянием «покоя», как это представляется на первый взгляд [6].

Векторный анализ СКГ качественно изменил достоверность стабилметрической диагностики, осуществляемой ранее исключительно по классическим алгоритмам анализа траектории перемещения ЦД человека. Немалый вклад в развитие концепции векторного анализа СКГ внесли зарубежные исследователи [7, 8], однако заверченный вид, доступный для использования в практической медицине и спорте, она получила благодаря работам российских ученых. На чем же основаны принципы векторного анализа СКГ?

Как указывалось, частота дискретизации, т.е. текущего опроса координат ЦД, составляет 50 Гц. Это означает,

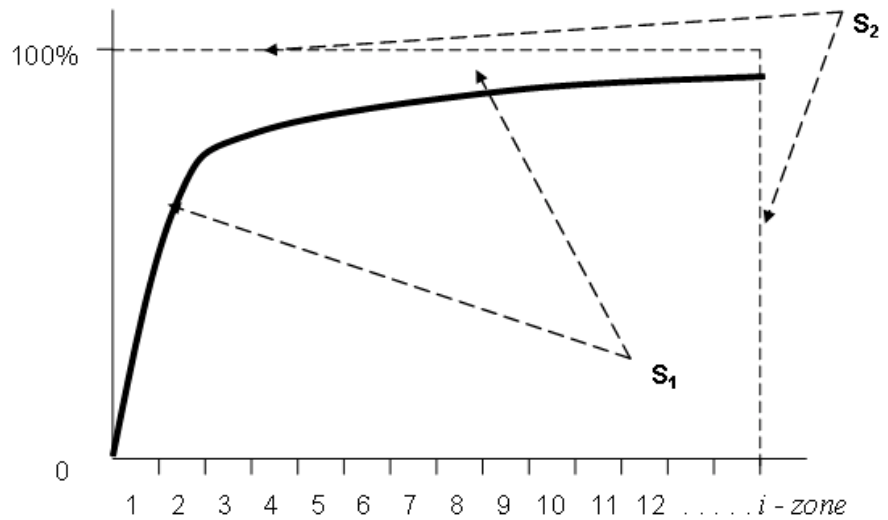
что мы имеем возможность анализировать события, разворачивающиеся на временном отрезке зарегистрированной СКГ продолжительностью 20 мсек. Указанные отрезки СКГ между двумя соседними точками отсчета (принимая их за прямые линии), помимо скалярных характеристик, обладают и векторными признаками – от отрезка к отрезку меняют свое направление. В плане же величины пройденного пути за эти 20 мсек мы также видим определенную дисперсию показателя длины векторов – пройденный путь на соседних отрезках СКГ может весьма существенно отличаться по величине, демонстрируя неравномерность линейного перемещения ЦД. Таким образом, налицо две переменные характеристики векторов СКГ – их направление и величина.

Векторы СКГ, приведённые в исходную точку координат в виде своеобразной «облачной» диаграммы, служат нативным исходным материалом, приложение к которому современных математических алгоритмов и позволило получить ряд «ноу-хау» в анализе механизмов регуляции вертикальной позы. Эти новые подходы к анализу механизмов регуляции вертикальной позы отражены в патенте на изобретение № 2175851 «Способ качественной оценки функции равновесия» [9].

Интегральный показатель адаптации человека к гравитационному окружению на основе векторного анализа СКГ носит название **качество функции равновесия (КФР)**. Универсальное зна-

Рисунок 1.

Экспоненциальный закон распределения линейной скорости векторов и площади для расчета КФР



чение этого показателя подтверждается следующим фактом: в отличие от других характеристик векторного анализа именно процентная величина КФР в последовательно зарегистрированных СКГ одного человека (когда его функциональное состояние за относительно короткий промежуток времени не успело существенно измениться) является практически одинаковой. Наблюдается минимальная вариативность показателя КФР, подчёркивая его высокую информативность для оценки поддержания позы.

Функция распределения линейной скорости векторов по кольцам равной площади подчиняется экспоненциальной зависимости (рис. 1). Параметр

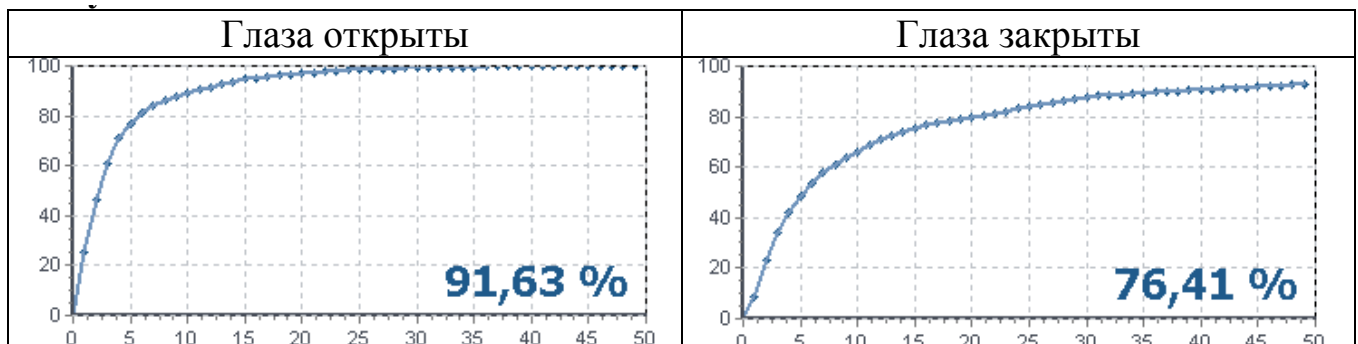
КФР рассчитывается в виде процентного отношения площади  $S_1$ , ограниченной кривой экспоненты, к площади прямоугольника  $S_2$ , ограниченного осями координат, вертикальной границей 50 зоны и горизонтальной границей на уровне общего количества векторов.

В качестве примера приводим графики закона распределения и результаты расчета КФР здорового человека с открытыми и закрытыми глазами (рис. 2).

Другой показатель векторного анализа СКГ – **коэффициент резкого изменения направления движения (КРИНД)** – отображает оптимальность энергозатрат человека в процессе удерж-

Рисунок 2.

Графики закона распределения и результаты расчета КФР здорового человека с открытыми и закрытыми глазами



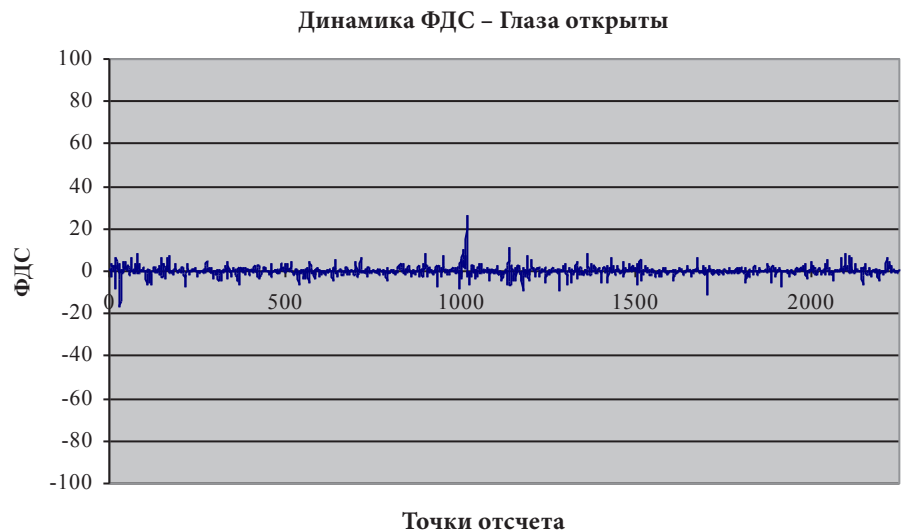
жания вертикальной позы. В поддержании равновесия функционирует преимущественно тоническая мускулатура, которая для предотвращения падения человека «мозаично» перераспределяет напряжение между различными группами мышц и осуществляет свой метаболизм в экономных с позиций энергопотребления анаэробных условиях. В результате столь целесообразной мышечно-тонической деятельности, без вовлечения в нее «быстрой» фазической мускулатуры, колебательный процесс ЦД осуществляется по плавным дугам, с минимальными затратами энергии, что и характеризует нормальное, комфортное в субъективном плане стояние здорового человека. В математическом плане вычисление показателя КРИНД заключается в процентном определении доли тех векторов, угол отклонения каждого из которых от направления предыдущего вектора составляет 45 градусов и более. Такое изменение направления движения ЦД ( $\geq 45^\circ$ ) считается режимом, неоптимальным.

Если же постуральная система человека функционирует негармонично, либо имеет место тот или иной патологический процесс, поразивший мозговые структуры обеспечения функции равновесия, то в поддержании вертикальной позы дополнительно задействуется и фазическая мускулатура, требующая гораздо большего и нецелесообразного в данном случае расхода энергии. Увеличение показателя КРИНД в этих случаях способно выявить отклонения различной направленности. При своевременной компенсации человеком отклонений его тела от вертикали, скорость движения ЦД должна быть минимальной. Любые нарушения в стабилизации вертикального положения тела приводят к задержкам и ошибкам в коррекции отклонений. Это выражается в увеличении линейной скорости перемещения ЦД и резких изменениях направления его движения.

Несмотря на то что КФР зарекомендовал себя с положительной стороны и успешно используется в России более 15 лет, оставалась неудовлетворенность тем, что он не учитывает угловую

Рисунок 3.

Вариация мгновенных значений ФДС здорового человека с открытыми глазами в течение 45 с.



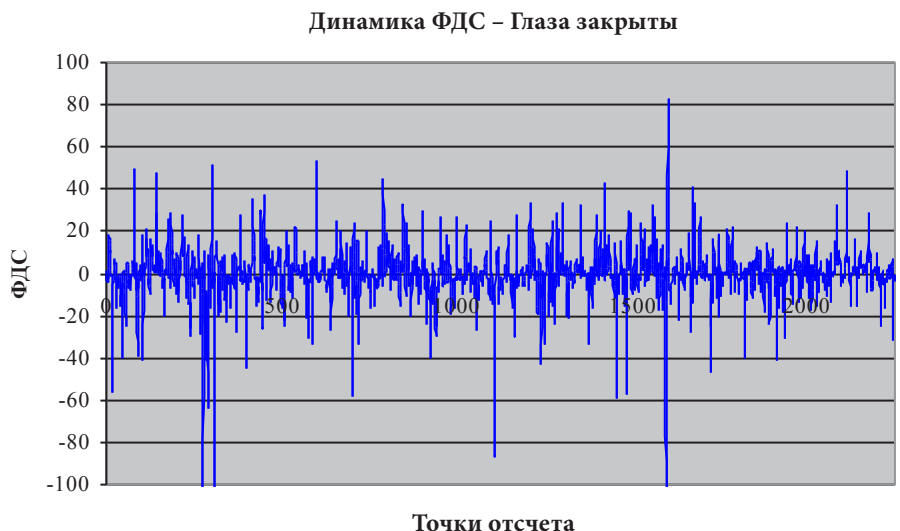
скорость перемещения ЦД, а также не отражает динамику процесса поддержания равновесия тела. Поэтому в качестве Фактора динамической стабилизации (ФДС) была предложена площадь сектора, «заметаемая» последующим вектором относительно направления предыдущего вектора. Размерность ФДС (мм/с)<sup>2</sup>×радиан/с. Уместная в данном случае аналогия – площадь сектора на лобовом стекле автомобиля, очища-

емая постоянно движущейся щеткой. Динамика ФДС здорового человека с открытыми и закрытыми глазами отражена на рис. 3 и 4.

Идея подобного расчета принадлежит великому немецкому астроному Иоганну Кеплеру, первооткрывателю законов движения планет Солнечной системы, который доказал следующее: когда планеты перемещаются по эллипсовидной траектории, то площадь,

Рисунок 4.

Вариация мгновенных значений ФДС здорового человека с закрытыми глазами в течение 45 с.





которую «заметает» их радиус в единицу времени, одинакова. В отличие от закона Кеплера, динамическая стабилизация вертикального положения тела проявляется в стохастическом изменении ФДС вследствие постоянного противодействия процессов, дестабилизирующих и стабилизирующих равновесие тела человека.

Вообще именно выдающийся французский постуролог Р.-М. Gagey (2004) ввел понятие динамической стабилизации вертикального положения тела, которое основывалось на представлении о нелинейности процесса перемещения ЦД стоп. Это дало новый толчок в развитии векторного анализа СКГ.

Стало понятно, что необходимо оценивать всю динамику процесса стабилизации и анализировать одновременно как линейное, так и угловое перемещение ЦД стоп. Параметром интегральной оценки линейного и углового перемещения ЦД в динамике как раз и выступает ФДС. Дисперсия значений этого фактора отражает интегральную характеристику динамической стабилизации вертикального положения тела. Так же, как и КФР, она выражается в процентах и названа Индексом динамической стабилизации – ИДС [10, 11].

По ФДС и ИДС можно судить об эффективности любого вида лечения (рис. 5), а также реабилитации при различных заболеваниях, о степени тренированности спортсменов.

Так как массив значений ФДС при каждом обследовании большой, то имеется возможность проводить оценку статистической значимости различия результатов пар обследований одного пациента при помощи F-критерия Фишера для дисперсий. В данном примере  $F=3,63$  ( $p<0,001$ ).

Для удобства пользователей создано внешнее микропроцессорное конверторное USB-устройство, которое позволяет преобразовывать массив координат ЦД (X; Y), полученных при помощи программного обеспечения статокиметров любого отечественного или зарубежного производителя, в сводку значений ИДС и дисперсии ФДС для

расчета статистической достоверности различия.

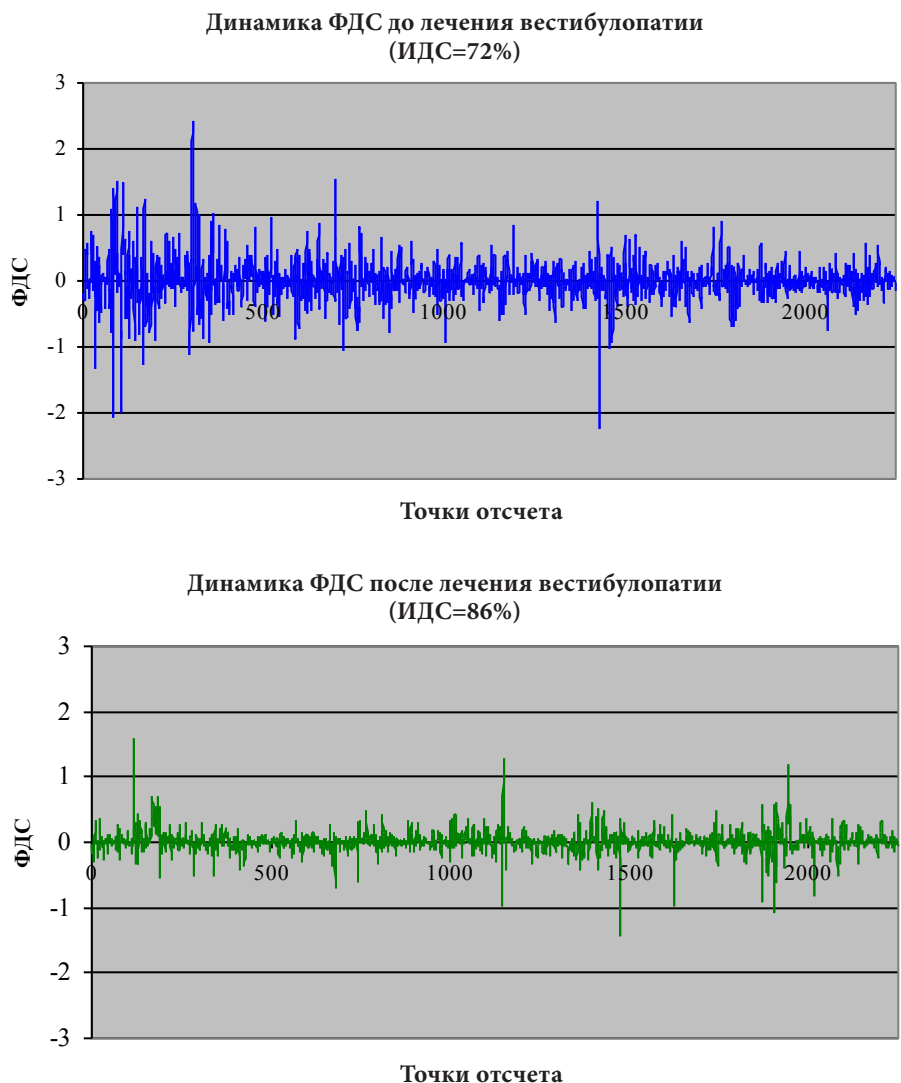
Полезным и наглядным для практикующих врачей подходом оказалась возможность создания звукового образа ИДС – числовой массив переводится в однотональный звуковой сигнал, характеризующий уровень динамической стабилизации [11, 12]. По высоте звука врач может легко ориентироваться в выраженности динамической стабилизации вертикального положения тела каждого человека и судить о ее положительных или отрицательных изменениях на этапах реабилитации или по мере прогрессирования заболевания.

Описанная методология подкреплена патентом на изобретение номер 2380035 «Способ оценки функционального состояния человека (ИДС)» с приоритетом от 26.01.2009 г. [13]. USB-устройство производится ООО Научно-медицинская фирма «Статокин», г. Москва.

Таким образом, векторный анализ СКГ открыл новое направление в оценке динамической стабилизации вертикального положения тела. Используя его, врач может по показателю ИДС, выраженному в процентах и представленному в виде звукового образа, оценивать эффективность лечения, а так-

Рисунок 5.

Динамика ФДС пациента Р-ва с вестибулопатией до лечения (вверху) и после лечения (внизу) – глаза открыты



же на этапах обследования и лечения проводить статистическую оценку достоверности различия вариативности показателя ФДС одного пациента, а не групп лиц, что имеет место при использовании врачом исключительно классических параметров анализа СКГ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усачев В.И., Печорин П.Е. Компьютерная стабилометрия в диагностике нарушения функции равновесия тела при детском церебральном параличе и оценке эффективности лечения // *Восстановительная медицина и реабилитация* – 2006: Материалы III международного конгресса. – М.: Экспонпресс Конференции, 2006. – С. 96-97.
2. Parsons J. Tensegrity – a unifying concept // *Функциональные нарушения тканей тела человека и восстановление функций организма: Материалы Международного симпозиума*. – СПб: Издательский дом СПбМАПО, 2005. – С. 124-139.
3. Гаже П.-М., Вебер Б. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека: перевод с французского / Под ред. В.И. Усачева – СПб: Издательский дом СПбМАПО, 2008. – 316 с.
4. Бабский Е.Б., Гурфинкель В.С., Ромель Э.Л. Новый способ исследования устойчивости стояния человека // *Физиол. журн. СССР*. – 1955. – Т. 12, №3. – С. 423-426.
5. Usatchev V.I. Sliva S.S., Belyaev V.E. *Stabilometric testing of a postural system // Abstracts of the XVIIth Conferense of ISGGR*. – Marseille, 2005. – Vol. 21, suppl. 1. – P. 151.
6. Доценко В.И. Методологические аспекты комплексного изучения стратегии сосуществования человека с гравитационным полем Земли // *Известия ЮФУ. Технические науки / Тематический выпуск «Медицинские информационные системы»*. – 2008. – №6. – С. 101-108.
7. Mauritz K.-H. *Standataxie bei Kleinhirnlasionen, Untersuchungen zur Differential-diagnostik und Patofysiologie gestorter Haltungregulation*. – Freiburg, 1979.
8. Okuzono T. Vector statokinesigram. A new method of analysis of human body sway // *Pract. Otol. Kyoto*. – 1983. – Vol. 76, №10. – P. 2565-2580.
9. Усачев В.И. Способ качественной оценки функции равновесия / Патент на изобретение № 2175851. – М., 2001 (приоритет от 1999 года).
10. Усачев В.И. Оценка динамической стабилизации центра давления стоп по данным анализа векторов статокинезиграммы / В кн.: П.-М. Гаже, Б. Вебер. *Постурология. Регуляция и нарушения функции равновесия тела человека: перевод с французского* / Под ред. В.И. Усачева. – СПб: Издательский дом СПбМАПО, 2008. – С. 291-296.
11. Usachev V.I. Estimation of dynamic stabilization of vertical body position in diagnostics of effectiveness of treatment and rehabilitation // *Abstracts of the 5TH International Posture Symposium*. – Bratislava, 2008. – P. 53.
12. Усачев В.И., Доценко В.И., Кононов А.Ф., Артемов В.Г. Новая методология стабилометрической диагностики нарушения функции равновесия тела // *Вестн. оторинолар.* – 2009. – №3. – С. 19-22.
13. Усачев В.И., Артемов В.Г., Кононов А.Ф. Способ оценки функционального состояния человека (ИДС) / Патент на изобретение №2380035. – М., 2010 (приоритет от 26.01.2009 года).



НАУЧНО-МЕДИЦИНСКАЯ ФИРМА  
**СТАТОКИН**

Федеральная лицензия  
№ ФС-99-04-000847-14 от 23.01.2014 г.

**Медицинская компьютерная техника  
для неврологии, нейрофизиологии,  
спортивной медицины и реабилитологии**

- **«Нейромиограф»** — электронейромиограф (все виды игольчатой, глобальной и стимуляционной электронейромиографии) с регистрацией соматосенсорных, зрительных и слуховых вызванных потенциалов
- **«Нейромиостом»** — электронейромиограф для стоматологии и косметологии
- **«Нейросенсор – Нейро-КМ»** — электроэнцефалограф с топографическим картированием биоэлектрической активности головного мозга и анализатор зрительных и когнитивных вызванных потенциалов
- **«Статокинезиметр – СтабилАн»** — стабилметрический анализатор функции равновесия, механизмов управления позой и статокинетической устойчивости; тренажёр для реабилитации двигательного-координаторных нарушений методом биологической обратной связи
- **«Видеоанализ движений»** — биомеханический комплекс для дистанционного изучения кинематики движений оптическими методами (компьютерный анализ видеоряда движений с построением двумерной и объёмной моделей) и мышечной активности с регистрацией динамической ЭМГ
- **«Окулоустим»** — комплекс для вестибулометрического, отоневрологического и психофизиологического тестирования с синхронной регистрацией и анализом движений головы, феноменов слежения, различных видов нистагма и других глазодвижений; тренажёр для борьбы с головокружением



- **«Омега-Нейроанализатор»** — комплекс для синхронной регистрации классической ЭЭГ и сверхмедленной биоэлектрической активности головного мозга ( $\Omega$ -потенциала), диагностики ряда функциональных и патологических состояний организма
- **«НейроЭнергоКартограф»** — комплекс для топографического картирования энергетического метаболизма головного мозга с анализом динамики показателей уровня постоянных потенциалов, для оценки регионарных и глобальных энергозатрат мозга
- **«КомТЭГ»** — анализатор функционального состояния организма и энергетики меридианов и БАТ пациента. Реализован эксклюзивный метод сопоставления тестов И. Накатани и К. Акабана с формированием индивидуальной рефлексотерапевтической рецептуры
- **«Голос»** — комплекс фонетико-психологического мониторинга особенностей личности и актуального психического состояния человека по акустическим параметрам речи
- **«Гармония»** — ротационный компьютерный стенд для вестибулометрического тестирования в условиях пошагового эксцентриситета
- **«АКорД – Мультимиостим»** — функциональный программируемый электростимулятор мышц (8 каналов), адаптирующийся под темп ходьбы человека, для восстановительного лечения двигательного-координаторных нарушений при ортопедо-неврологической патологии и спортивной травме
- **«Медаптон»** — аппарат транскраниальной электростимуляции головного мозга (мезодиэнцефальной модуляции); повышает возможности адаптивной регуляции организма путём селективной активации опиоидной системы

- **Монтаж «под ключ» на базе заказчика**
- **Комплексное обучение пользователя**
- **Постоянная методическая поддержка**
- **Бесплатное обновление программного обеспечения**
- **Гибкое ценообразование и система скидок**