



УДК 616.8-009.27-07

В.И. ДОЦЕНКО^{1,2}, В.И. УСАЧЕВ^{2,3}, М.А. СКЕДИНА¹¹ГНЦ РФ — Институт медико-биологических проблем РАН, 123007, г. Москва, Хорошевское шоссе, д. 76А²ООО Научно-медицинская фирма «Статокин», 127486, г. Москва, ул. Пяловская, д. 5а³Институт остеопатической медицины им. В.Л. Андрианова, 192102, г. Санкт-Петербург, ул. Фучика, д. 4

Современные алгоритмы стабилметрической диагностики постуральных нарушений в клинической практике

Доценко Владимир Иванович — генеральный директор, старший научный сотрудник, тел. (499) 160-91-54, e-mail: statokyn@aha.ru**Усачев Владимир Иванович** — доктор медицинских наук, профессор, тел. (499) 160-91-54, e-mail: v.usa@bk.ru**Скедина Марина Анатольевна** — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, тел. (499) 160-91-54, e-mail: skedina07@rambler.ru

В статье описаны современные информативные алгоритмы оценки статокинезиграммы при проведении стабилметрических исследований, основанные на вариационном анализе массива значений линейных векторов статокинезиграммы. Приведены алгоритмы расчета и физиологической интерпретации ведущего показателя векторного анализа статокинезиграммы — Качества функции равновесия (КФР). Описаны новейшие подходы в векторном анализе — оценка процессов динамической стабилизации вертикальной позы человека. Вычисление интегральной величины при данном исследовании — Индекса динамической стабилизации (ИДС) — впервые позволило исследователю учесть в едином показателе характеристики одновременно происходящего и линейного, и углового смещения центра давления стоп человека, т.е. оценить колебательное движение по стабилизации вертикальной позы в своем естестве, без искусственного расчленения на компоненты, невозможные друг без друга.

Ключевые слова: статокинезиграмма, центр давления стоп, векторный анализ, линейный вектор статокинезиграммы, вариативность значений векторов, качество функции равновесия, динамическая стабилизация позы, линейное смещение центра давления, угловое смещение центра давления, индекс динамической стабилизации, энергозатраты при удержании позы.

V.I. DOTSENKO^{1,2}, V.I. USACHEV^{2,3}, M.A. SKEDINA¹¹State Scientific Center of the Russian Federation — Institute for Medical-Biological Issues of the Russian Academy of Sciences, 76A Khoroshevskoye shosse, Moscow, Russian Federation, 123007²Scientific-medical company «Statokin» Ltd., 5a Pyalovskaya Str., Moscow, Russian Federation, 127486³Institute for Osteopathic Medicine named after V.L. Andrianov, 4 Fuchik Str., Saint Petersburg, Russian Federation, 192102

Modern algorithms of stabilometric diagnostics of postural disorders in clinical practice

Dotsenko V.I. — Director General, Senior Researcher, tel. (499) 160-91-54, e-mail: statokyn@aha.ru**Usachev V.I.** — D. Med. Sc., Professor, tel. (499) 160-91-54, e-mail: v.usa@bk.ru**Skedina M.A.** — Cand. Med. Sc., Senior Researcher, tel. (499) 160-91-54, e-mail: skedina07@rambler.ru

The article presents the modern informative algorithms for evaluating statokinesigram in stabilometric research, based on variational analysis of the data array of linear vectors of a statokinesigram. Algorithms are described for calculating and physiological interpretation of the main indicator of a statokinesigram vector analysis — Quality of balance function (QBF). The modern approaches to vector analysis are described — estimation of the processes of dynamic stabilization of the vertical

posture of a human being. Calculation of an integral value in this research — Index of dynamic stabilization (IDS) — for the first time allowed to take into account all characteristics of the simultaneously happening linear and angular deflection of the pressure center of the feet, i.e. to estimate the oscillating motion of the vertical posture stabilization as it is, without artificial division into indispensable components.

Key words: statokinesiogram, pressure center of the feet, vector analysis, linear vector of a statokinesiogram, variation of vector values, quality of balance function, dynamic stabilization of the posture, linear deflection of the pressure center, angular deflection of the pressure center, index of dynamic stabilization, energy expenditures when keeping the posture.

Удержание вертикальной позы, прямохождение и биподальная 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 развитии ряда патологических состояний организма, формирования компенсаторных механизмов позы регуляции занимается особая область человеческого знания — постурология (лат. *postura* — поза). Об актуальности выделения этого медико-биологического направления в отдельную науку свидетельствует существование за рубежом нескольких ассоциаций специалистов в области постурологии, в частности, авторитетнейшей **Association française de posturologie**.

Приведем некоторые основные сведения о механизмах поддержания вертикальной позы и современной стабилметрической диагностики, которые в последние годы приходят на смену мифам и откровенным фантазиям. Получение объективных данных стало возможным с внедрением в стабилметрическую диагностику алгоритмов векторного анализа статокинезиграмм.

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 режиме 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 локализируются они в пределах координат границы опоры человека (т.н. стопного полигона).

Статокинезиметрия (син. **стабилметрия**) — 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 «**стабилметрия**».

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.

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 процесса 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 анализаторных 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 «батарей» 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 устойчиво-



сти. 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% 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 многосвязную 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 сек. Благодаря наличию голеностопного шарнира, наше тело неустойчиво и физически. Эти анатомо-физиологические особенности обуславливают выраженную тенденцию к падению. И мы непременно бы упали, 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 веса 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, 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 стабилметрическая диагностика

Современной стабилметрии чуть более 60 лет. Ее эпоха началась с отдельной регистрации перемещения ЦД стоп по фронтали 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 стабилграмм. Позднее начал применяться спектральный анализ стабилграмм 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. Общепринятым считается определение площади СКГ по 95% 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 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 стабилметрических 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 стабилграмм.

Векторный анализ СКГ

Векторный анализ статокнезиграмм качественно изменил достоверность стабилметрической диагностики, осуществляемой ранее исключительно по классическим алгоритмам анализа траектории перемещения ЦД человека. На чем же основаны принципы векторного анализа?

Компьютерная стабилметрия предполагает дискретную регистрацию координат ЦД стоп с частотой 40-50 Гц при помощи аналого-цифрового преобразователя с последующей обработкой этого массива данных специальной компьютерной программой. Таким образом, СКГ представляет собой последовательный ряд значений координат ЦД стоп.

Первым попытался проанализировать весь массив данных СКГ К.-Н. Mauritz [6]. Он помещал центр искусственной системы координат в центр СКГ (точку ее математического ожидания) и разбивал всю плоскость на 16 секторов. По результатам вычисления среднего расстояния в мм от центра СКГ до всех дискретных точек, попавших в каждый из секторов, строилась круговая гистограмма положения ЦД стоп по типу «розы ветров». Эта гистограмма демонстрировала преобладание отклонения в различных направлениях (рис. 1).

Т. Okuzono [7] построил круговую гистограмму по другому принципу. Сначала он соединил все дискретные точки СКГ между собой. Получилась последовательность векторов, имеющих определенную длину и направление (рис. 2).

Каждый вектор помещался своей начальной точкой в центр искусственной системы координат, а затем рассчитывалась средняя длина векторов, по-

Рисунок 1.
Круговая гистограмма положения центра давления стоп

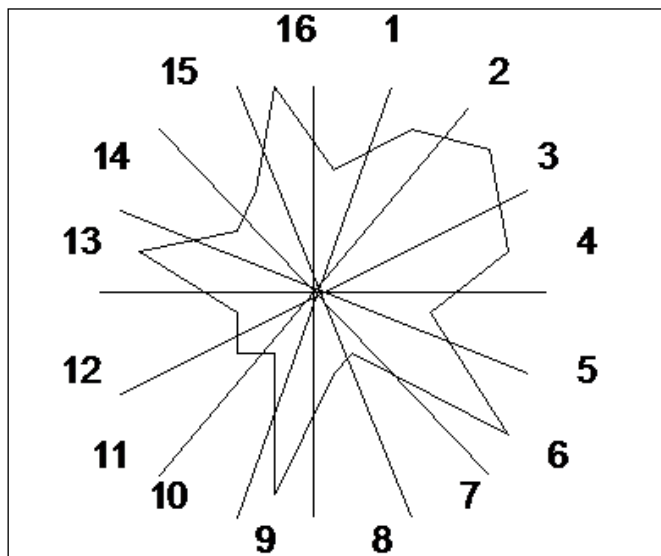


Рисунок 2.
Векторы статокинезигаммы

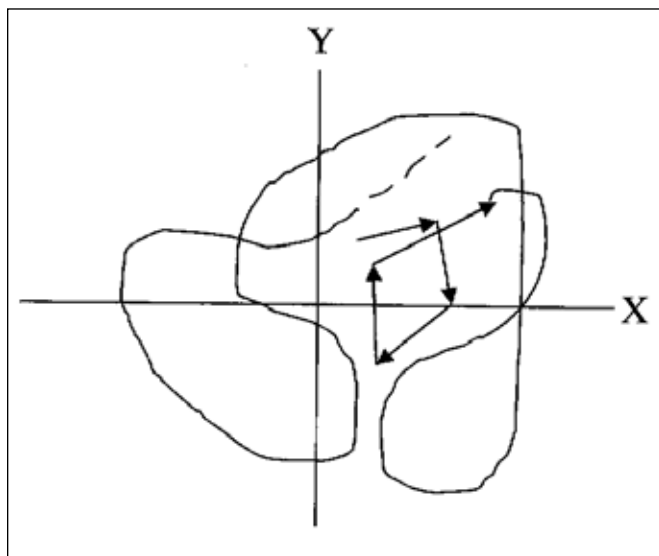


Рисунок 3.
Статокинезигамма (слева) и векторная статокинезигамма (справа) по Т. Okuzono, 1983

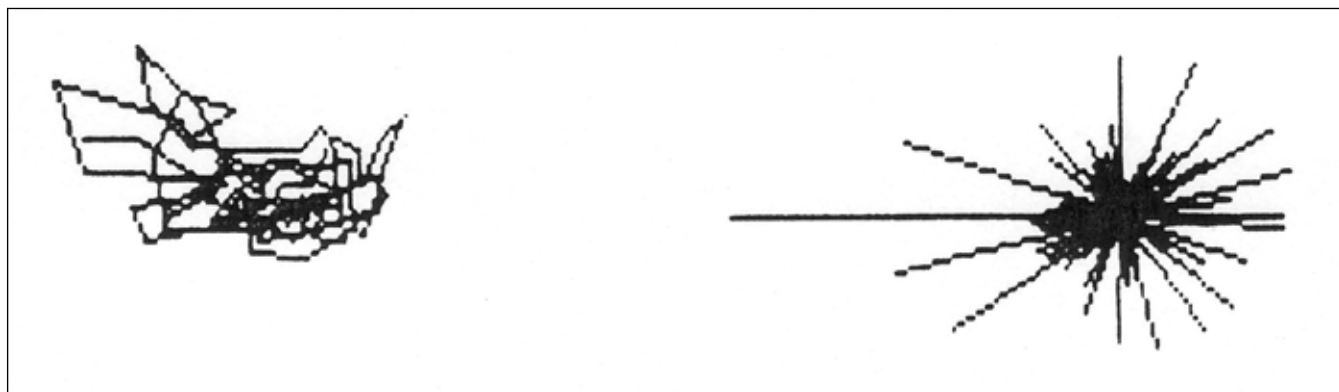


Рисунок 4.
Векторограмма в системе координат линейной скорости

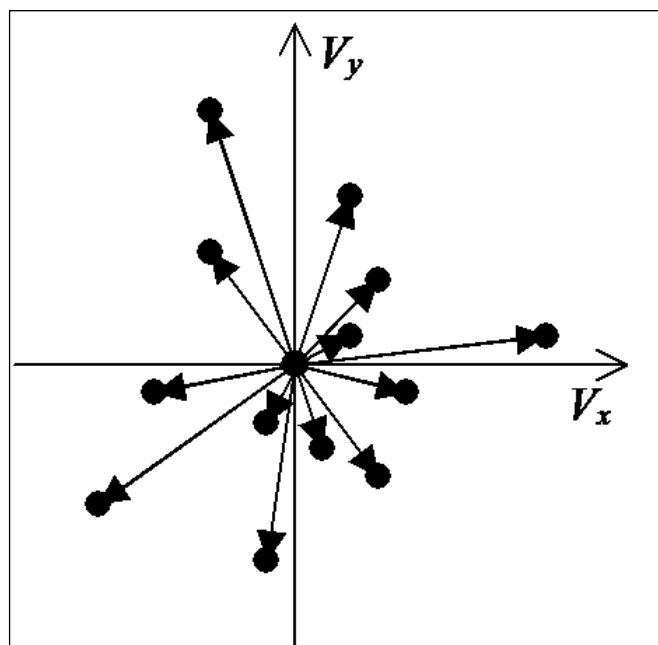


Рисунок 5.
Векторограмма с наложенными кольцами равной площади

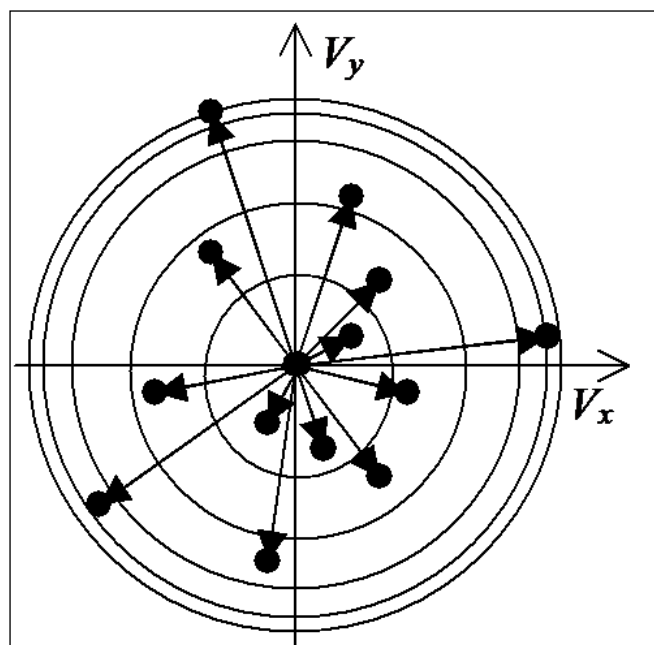


Рисунок 6.

Экспоненциальный закон распределения линейной скорости векторов и площади для расчёта КФР

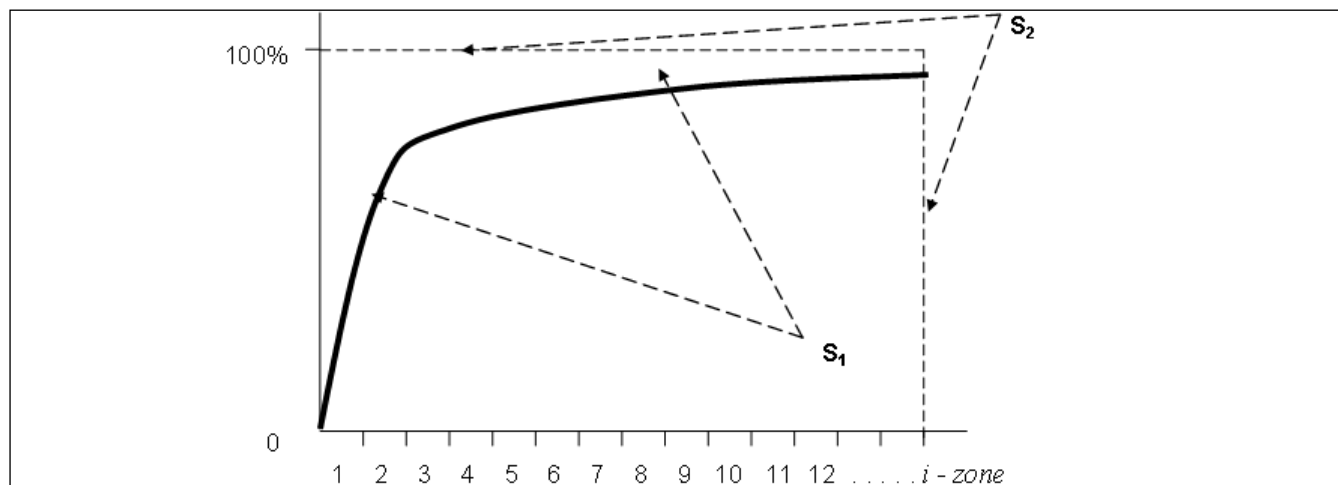
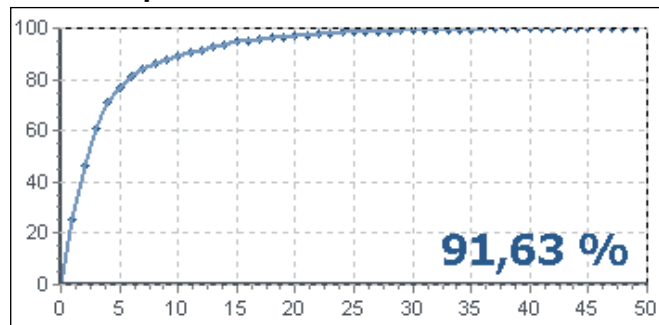


Рисунок 7.

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

Глаза открыты



Глаза закрыты

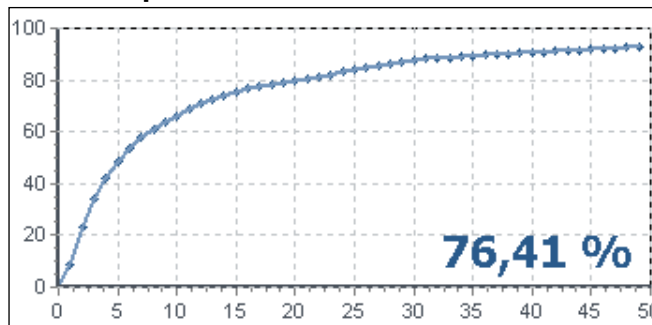
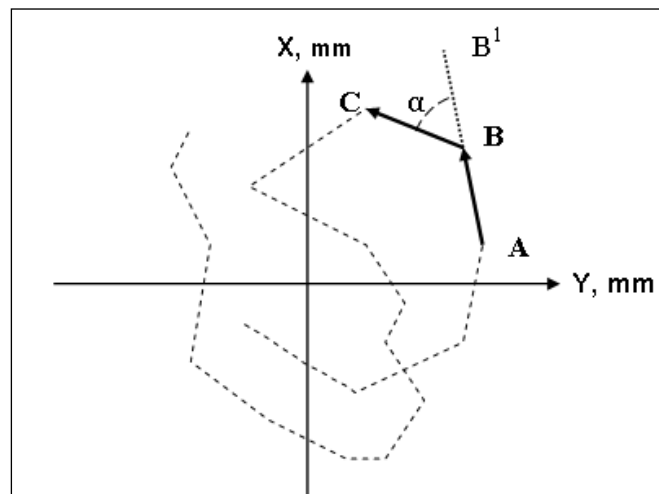


Рисунок 8.

Фрагмент векторов статокинезиграммы с обозначенным углом отклонения α вектора BC относительно траектории AB¹ вектора AB



павших в каждый из 18 секторов по 20 градусов каждый. Затем строилась векторная СКГ. Векторная СКГ значительно отличалась от обычной СКГ (рис. 3).

У здоровых лиц Т. Okuzono выделил 6 типов векторной СКГ: центростремительный тип

(centripetal), диффузный тип (diffuse), передне-задний тип (antero-posterior), мультицентрический тип (multicentric), латерально-колебательный тип (lateral-swaying) и более стабильный при закрытых глазах тип (more stable-with eyes closed).

При периферических поражениях вестибулярной системы в векторной СКГ он наблюдал значительное увеличение латеральных колебаний тела, а при центральных поражениях — колебаний в передне-заднем направлении.

Положительными качествами обоих вышеуказанных способов обработки стабилметрической информации является учет всех дискретных точек регистрируемого стабилметрического сигнала. Векторная СКГ имеет преимущество в том, что расчет величины и направления смещения ЦД проводится безотносительно математического центра СКГ. Длина векторов (L) отражает линейную скорость перемещения ЦД $V_{\text{мм/сек}} = L_{\text{мм}} \times 1/f$ дискретизации. Тем самым, отображается не преобладающее положение ЦД в СКГ, а преобладание скорости перемещения ЦД в определенных направлениях.

Оба метода за более чем 30-ти летнюю историю своего существования не нашли широкого применения в клинической практике, а сам векторный анализ его авторами не совершенствовался.

Наше внимание привлекла возможность изучения при помощи этого метода линейной и угловой

скоростей перемещения ЦД. Исследования проводились на отечественном **Стабилоанализаторе компьютерном с биологической обратной связью «СтабилАн-01»**. Частота дискретизации стабилметрического сигнала составляла 50 Гц.

Было предложено 19 векторных показателей. Вычисляемая по векторам СКГ средняя линейная скорость была эквивалента ранее вычисляемой средней скорости, как частного от деления длины СКГ на время исследования. Этот показатель определялся суммой значений линейной скорости всех векторов, деленной на их количество, и выражался в мм/сек.

Кроме анализа средней линейной скорости была предпринята попытка разработки интегрального векторного показателя по функции распределения векторов линейной скорости. Он был назван «Качество функции равновесия» (КФР). Для этого строи-

лась векторограмма в системе координат линейной скорости: V_x , мм/сек; V_y , мм/сек (рис. 4).

Величина площади центральной (первой) зоны S_1 фиксирована и определена на основе экспериментальных исследований различных групп людей. Величина внешнего радиуса i -го кольца определяется по формуле:

$$R_i = \sqrt{\frac{i \cdot S_1}{\pi}}$$

Функция распределения линейной скорости векторов по кольцам равной площади подчиняется экспоненциальной зависимости (рис. 6). 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

Рисунок 9.

Динамика мгновенной линейной скорости перемещения центра давления



Рисунок 10.

Динамика мгновенной угловой скорости перемещения центра давления

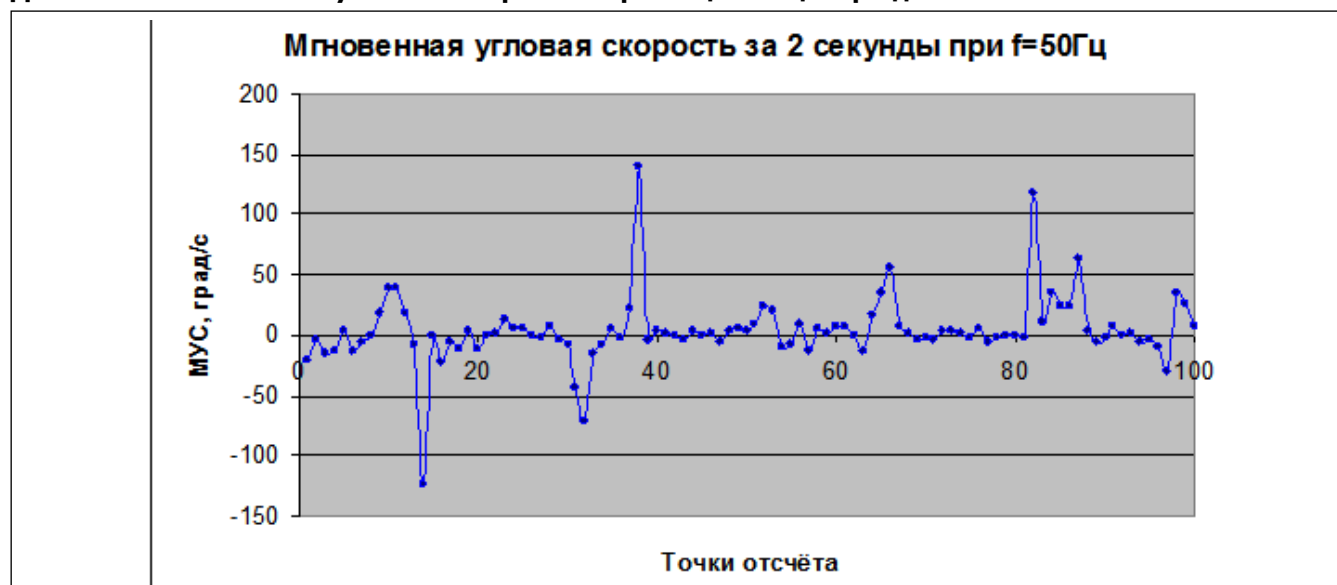


Рисунок 11.

Вариа́ция мгнове́нных значе́ний ФДС здоро́вого челове́ка с откры́тыми глаза́ми в тече́ние 45 с

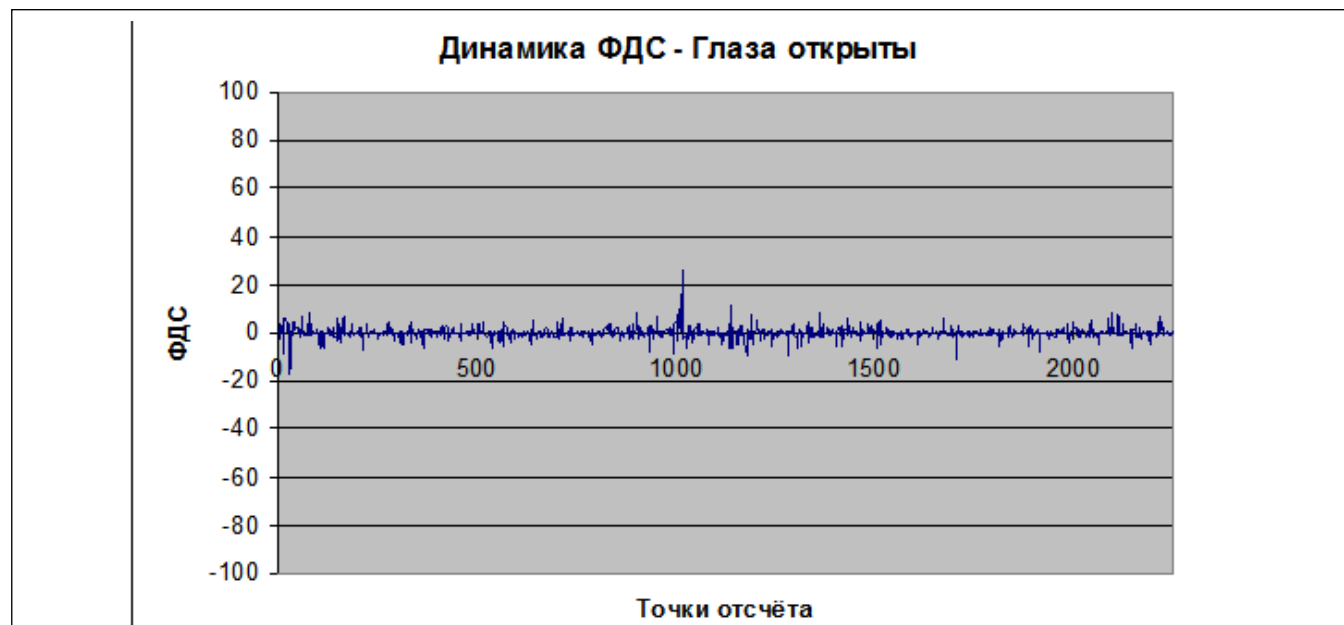
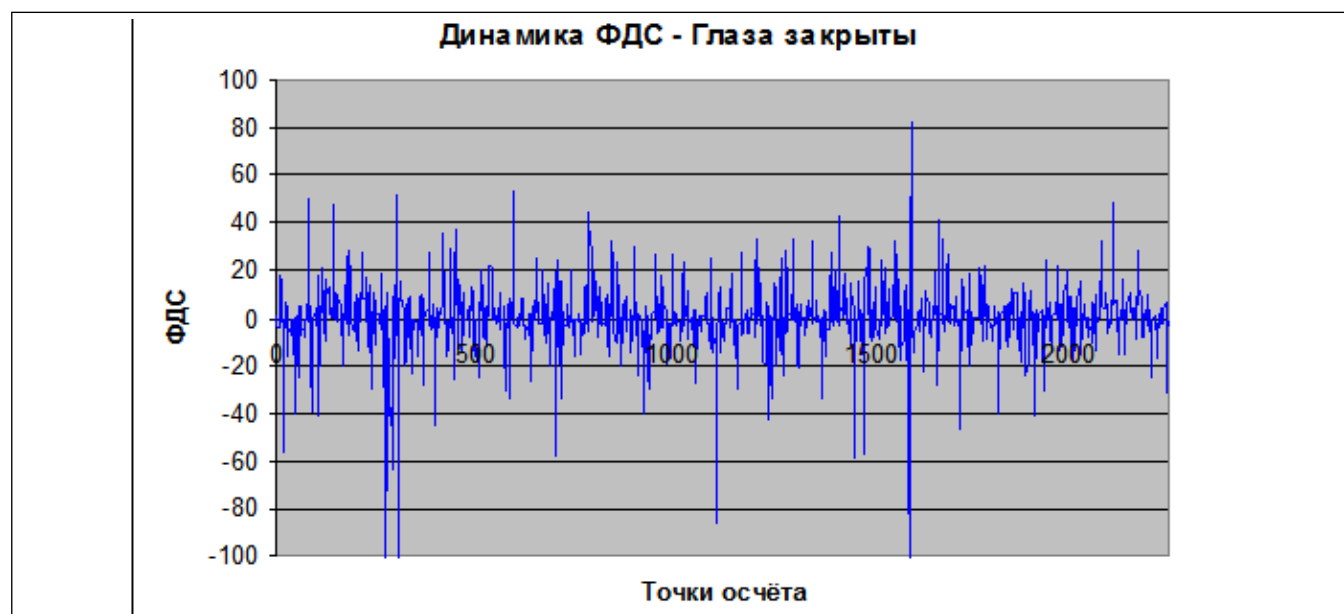


Рисунок 12.

Вариа́ция мгнове́нных значе́ний ФДС здоро́вого челове́ка с закры́тыми глаза́ми в тече́ние 45 с



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, полученные при помощи входящего в состав комплекса «СтабилАн-01» программного обеспечения «СтабМед» (рис. 7).

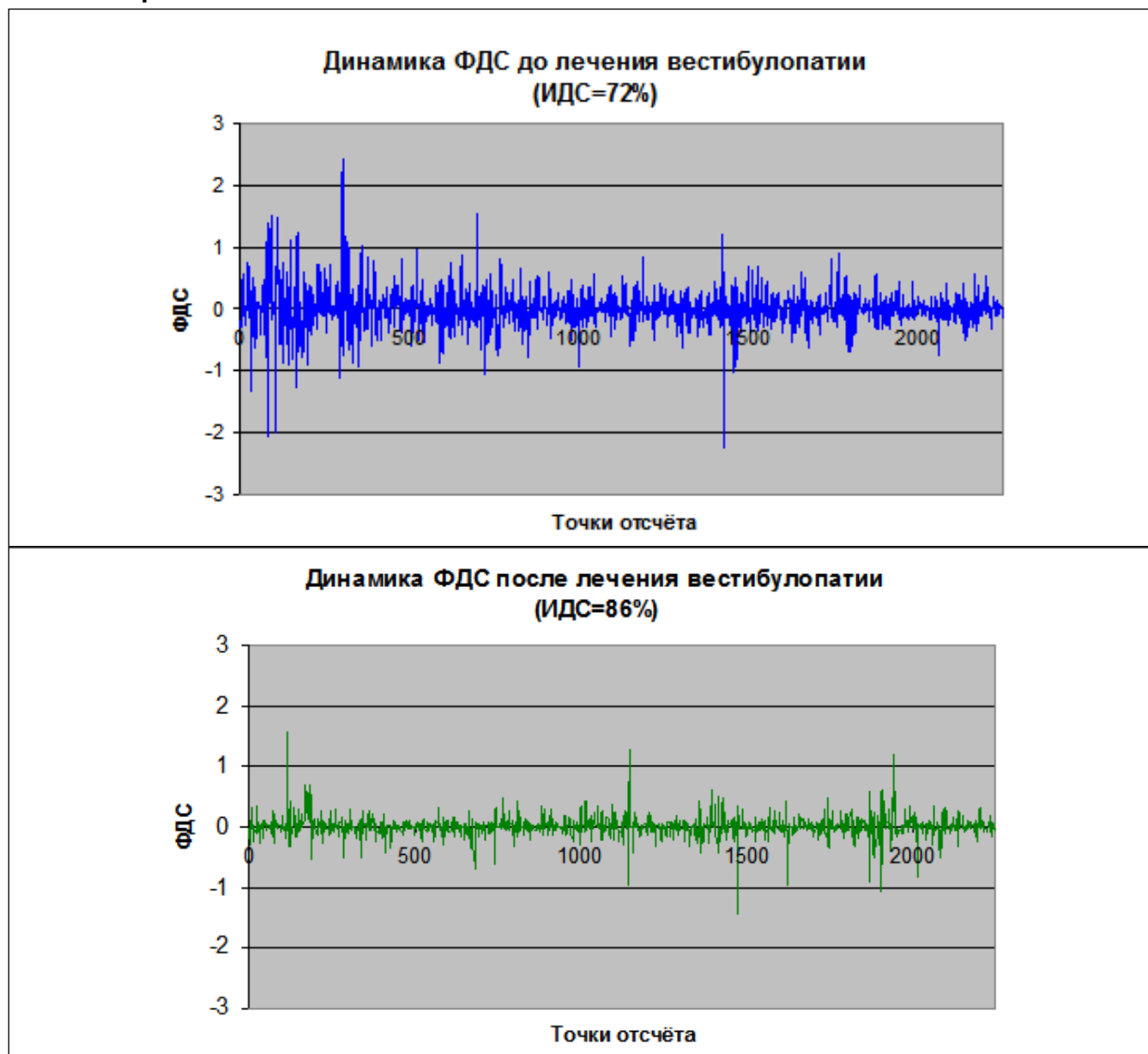
При помощи анализа векторов СКГ появилась новая возможность расчета угловой скорости перемещения ЦД. Каждый последующий вектор СКГ отклонен от траектории предыдущего на определенный угол α (рис. 8). При этом угловая скорость составляет α/t и выражается в $^\circ/\text{сек}$. При частоте дискретизации 50 Гц $t=0,02$ сек. ($1/50$ Гц).

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.

Анализ динамики линейной и угловой скоростей показал нелинейный (стохастический) характер их изменения [8]. Если линейная скорость имеет только положительные значения (рис. 9), то угловая скорость периодически принимает положительные и отрицательные значения (рис. 10).

Рисунок 13.

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



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 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 $(\text{мм/с})^2 \times \text{радиан/с}$. Уместная в данном случае аналогия — площадь сектора на лобовом стекле автомобиля, очищаемая постоянно движущейся щеткой. Динамика ФДС здорового человека с открытыми и закрытыми глазами отражена на рисунках 11 и 12.

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, 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 переме-



шение 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].

По ФДС и ИДС можно судить об эффективности любого вида лечения (рис. 13), 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 стабилографов 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 [9, 10]. 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 №2380035 «Способ оценки функционального состояния человека (ИДС)» с приоритетом от 26.01.2009 г. [11]. USB-устройство производится ООО Научно-медицинская фирма «Статокин», г. Москва.

Таким образом, векторный анализ СКГ открыл новое направление в оценке динамической ста-

лизации вертикального положения тела. Используя его, врач может по показателю ИДС, выраженному в процентах и представленному в виде звукового образа, оценивать эффективность лечения, а также 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.

ЛИТЕРАТУРА

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.: Экспопресс Конференции, 2006. — С. 96-97.
2. Parsons J. Tensegrity — 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 Conference of ISGGR. — Marseille, 2005. — Vol. 21, suppl. 1. — P. 151.
6. Mauritz K.-H. Standataxie bei Kleinhirnlästen, Untersuchungen zur Differential-diagnostik und Pathophysiologie gestörter Haltungregulation. — Freiburg, 1979.
7. Okuzono T. Vector statokinesigram. A new method of analysis of human body sway // Pract. Otol. Kyoto. — 1983. — Vol. 76, №10. — P. 2565-2580.
8. Усачев В.И. Оценка динамической стабилизации центра давления стоп по данным анализа векторов статокинезиграмм / 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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 г.).



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»** — стабилотрический анализатор функции равновесия, механизмов управления позой и статокинетической устойчивости; тренажёр для реабилитации двигательных 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 модели) и мышечной активности с регистрацией динамической ЭМГ

● **«Окулостим»** — 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 (Ω -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 двигательных нарушений при ортопедо-неврологической патологии и спортивной травме

● **«Мультимиостим-12»** — профессиональный микропроцессорный электростимулятор мышц (12 каналов) с возможностями управления режимами стимуляции от ПЭВМ; независимое программирование параметров каждого из каналов с их объединением в заданную циклограмму

● **«Медаптон»** — аппарат транскраниальной электростимуляции головного мозга (мезодиаэнцефальной 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

