

В.И. Усачёв**ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ЦЕНТРА ДАВЛЕНИЯ
СТОП ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ВЕКТОРОВ СТАТОКИНЕЗИГРАММЫ**

Сложный процесс поддержания человеком равновесия в гравитационном поле Земли заключается в динамической стабилизации его положения относительно вектора гравитации. Пока мы пытаемся представить себе наше тело в виде перевёрнутого маятника или перевёрнутой метёлки. Но тело человека лишь условно можно представить в виде некоего ригидного стержня. Оно больше напоминает антенну (мачту) с удерживающими её растяжками. Это многозвенная, гибкая антенна. Её звенья совершают перемещения относительно друг друга при дыхательных экскурсиях, сердечных сокращениях и других висцеральных функциях, в процессе реализации краниосакрального и других биоритмов тела. Благодаря эластичным растяжкам все элементы находятся в состоянии напряжённой целостности – tensegrity [1]. Растяжки в нашем теле – это фасции и связки. Регуляторами являются мышцы. Одни из них обеспечивают постральный тонус, другие обладают не только тонусом, но и фазической активностью. Вся эта система не может функционировать без жёстких опорных элементов костной системы. Поэтому правильнее считать, что все элементы человеческого тела относятся к системе напряжённой целостности – tensegrity.

Вирорд (1860) одним из первых обратил внимание на «игру» в голеностопном суставе. Он понял, что эту «игру» обеспечивает сложный нервно-рефлекторный механизм. Именно через стопы в наибольшей степени обеспечивается механизм стабилизации вертикального положения тела, который изучается посредством стабилотрии. Стопы одновременно являются важнейшим кожно-проприоцептивным сенсорным элементом постральной системы.

Человек чаще всего стоит на двух ногах, имея по три точки опоры на каждой стопе. Но мы можем поддерживать равновесие и на одной ноге, и на шаре, и на проволоке, и вверх ногами на одной или двух руках, на голове и, в конце концов, вообще не имея опоры: в прыжке, полёте. Для нас пока остаётся тайной: каким образом универсально и, по всей видимости, очень, просто наш мозг регулирует равновесие во всех этих ситуациях?

Ниже мы будем вести речь лишь об оценке динамической стабилизации центра давления стоп вертикально стоящего человека в Европейской стойке по данным анализа векторов статокинезиграммы.

С появлением персональных компьютеров интегрированный аналоговый сигнал с тензодатчиков стабилотрической платформы преобразуется в цифровой вид и посредством регулярного опроса аналого-цифрового преобразователя вводится в компьютер. Регулярность опроса называется частотой дискретизации сигнала. Сейчас общепринятой частотой дискретизации является 40 Гц (иногда 50 Гц). Реально мы имеем дело с определённым количеством дискретных последовательных мгновенных значений координат центра давления стоп. Соединяя эти точки, получается статокинезиграмма – кривая, отражающая динамику центра давления. Вся траектория перемещения центра давления за определённое время в итоге даёт возможность определить общую площадь статокинезиграммы. Но это, как бы, итоговая апостериорная фотографическая картина динамики перемещения центра давления.

Мауритц в 1979 году, используя возможность дискретной оценки положения центра давления, предложил строить круговую гистограмму положения по типу «розы ветров» с началом координат в центре статокинезиграммы – точке её математического ожидания [2]. Плотность точек статокинезиграммы в разных направлениях указывает на то, где больше всего находился центр давления стоп.

Если соединить предыдущую точку статокинезиграммы со следующей точкой, то получится вектор, отражающий направление перемещения центра давления. Понятие векторов статокинезиграммы ввёл Окизано. В 1983 году он описал методику графического анализа преобладания направления колебаний по векторам статокинезиграммы [3]. Новацией Окизано было то, что он предложил все векторы, образованные посредством соединения двух соседних точек статокинезиграммы (рис. 1, а), поместить началом в центр искусственной системы координат (рис. 1, б), а затем, разбив эту систему координат на 16 секторов и вычислив среднее значение длин векторов в каждом секторе, получить гистограмму преобладания направления колебаний (рис. 1, в).

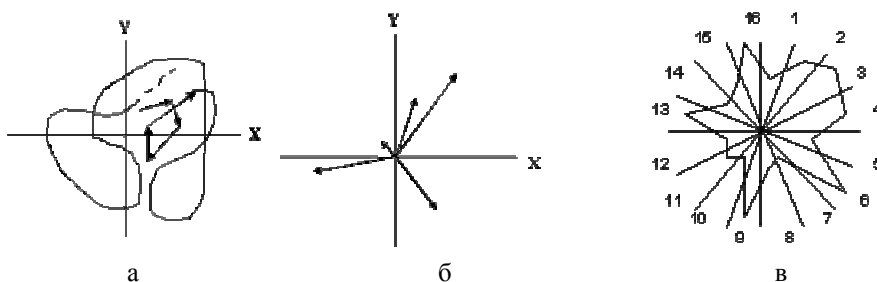


Рис. 1. Алгоритм построения гистограммы направлений колебаний (по Окизано, 1983): векторы статокинезиграммы (а) помещаются началом в искусственную систему координат (б). По 16 направлениям рассчитываются и откладываются средние значения длин векторов, попавших в соответствующий сектор (в)

Этот график оказался очень похожим на «розу ветров» Мауритца, с той лишь разницей, что у Мауритца оценивалось истинное положение точек статокинезиграммы, а не длина и направление перемещения центра давления, как у Окизано. Да и системы координат были разными. Общей негативной чертой этих методов было стремление преобразования данных лишь в интегральную статичную картинку.

А что же такое динамика? По-русски это движение, а точнее – процесс перемещения центра давления во времени. И это движение сложное и неравномерное. Каждый, кто занимается стабилметрией, имел возможность это наблюдать, следя за перемещением маркера, отображающего локализацию центра давления стоп пациента, на мониторе компьютера.

Примечательно, что, используя анализ векторов статокинезиграммы, можно извлечь практически всю информацию о динамике перемещения центра давления. Векторы отражают как направление движения, так и скорость перемещения центра давления. Длина вектора за известное время, определяемое частотой дискретизации стабилметрического сигнала, есть ни что иное, как скорость в мм/с. Таким образом, посредством векторов статокинезиграммы можно оценивать динамику линейной скорости. Кроме линейной скорости можно оценивать и угловую скорость смещения каждого последующего вектора относительно предыдущего. Окизано этого не делал, но его интеллектуальный вклад в направлении новой методологии оценки стабилметрической информации представляется поистине революционным.

Посредством анализа векторов статокинезиграммы, который для сокращения называют векторным анализом, оцениваются не только значения линейной и угловой скоростей перемещения центра давления, но также и многие другие показатели.

Постурологам всегда хочется иметь в распоряжении количественные интегральные показатели функции равновесия. Первый интегральный показатель векторного анализа – функция распределения длин векторов линейной скорости (рис. 2), положенный в основу показателя «Качество функции равновесия» (КФР), выражаемого в процентах [4].

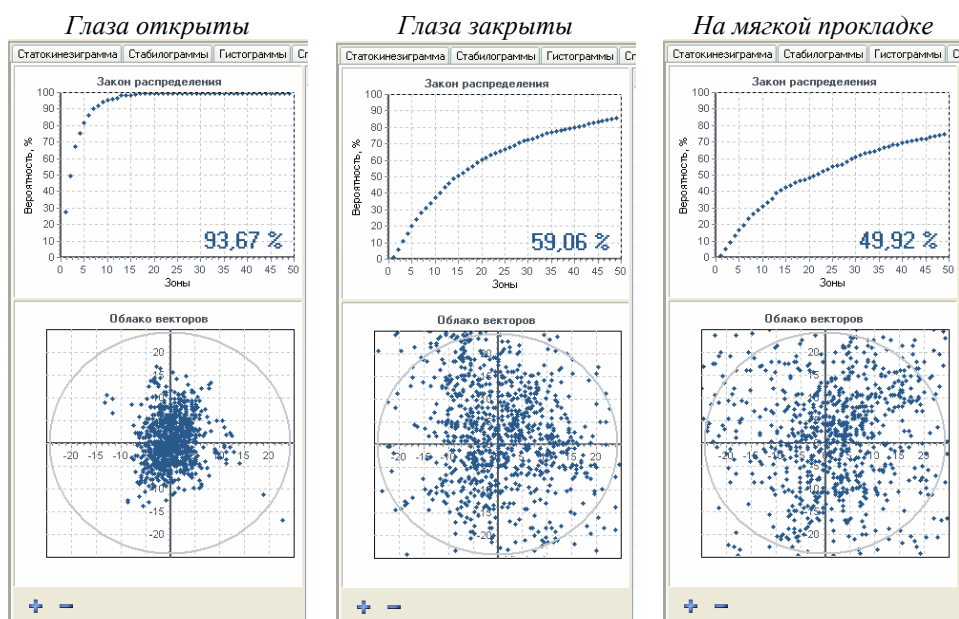


Рис. 2. Законы распределения длин векторов (вверху) и облака векторов, по которым рассчитывались законы распределения (внизу) при открытых, закрытых глазах и закрытых глазах на мягкой прокладке. Цифрами в процентах отражены значения КФР

Чтобы рассчитать КФР, необходимо сначала посчитать количество вершин векторов в кольцах равной площади искусственной системы координат, далее построить функцию распределения, которая является экспоненциальной. Затем оценивается отношение площади под кривой экспоненты к общей площади, выраженное в процентах.

С помощью КФР осуществляется диагностика нарушения функции равновесия в клинической практике. На основе этого показателя предложена также стабилметрическая методика оценки общего функционального состояния организма человека, используемая в настоящее время на транспорте для предрейсового контроля [5].

Тем не менее необходимо иметь в виду, что предложенный показатель имеет некоторые ограничения, связанные с рассмотрением одной, хотя и очень существенной, характеристики перемещения центра давления стоп – линейной скорости. К тому же, закон распределения длин векторов не отражает динамику последовательности их значений.

Вся история стабилметрии свидетельствует о некоторой упрощенности подходов к оценке стабилметрической информации. Вначале это было связано с записью стабิโลграмм на двухкоординатных самописцах, затем – с малой мощностью компьютеров. В настоящее время появилась возможность оценивать в динамике линейную и угловую скорость перемещения центра давления по каждому вектору при любой частоте дискретизации сигнала.

На рис. 3 и 4 для примера отражена динамика значений мгновенной линейной и угловой скоростей перемещения центра давления. Отрезок регистрации 10 с при частоте дискретизации 50 Гц.

Если линейная скорость имеет только положительные значения, то угловая скорость периодически меняет свой знак. Общей же чертой динамики как линейной, так и угловой скоростей является нерегулярная периодичность изменений их значений, что позволяет применить для обработки таких сигналов методы нелинейного анализа.

Преимуществом анализа векторов статокинезиграмы является то, что мы имеем дело

Раздел IV. Методы и средства компьютерной стабилографии

с динамикой скоростей, а не координат перемещения центра давления. К тому же сложная траектория статокинезиграмм может характеризоваться интегральными показателями линейного и углового смещения центра давления, без разделения на фронтальную и сагитальную составляющие.



Рис. 3. Динамика линейной скорости перемещения центра давления, рассчитанная по векторам статокинезиграмм

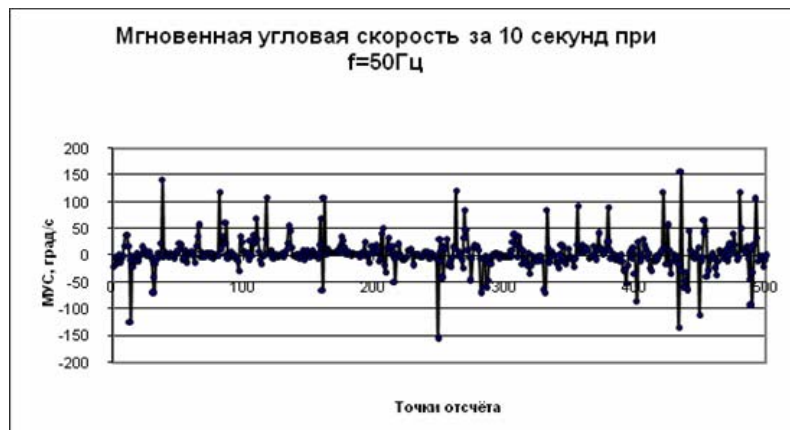


Рис. 4. Динамика угловой скорости перемещения центра давления, рассчитанная по векторам статокинезиграмм

В заключение отметим, что анализ векторов существенно приближает нас к оценке динамической стабилизации центра давления стоп. Но, заметим, – всего лишь только центра давления стоп, не более того. Динамическая же стабилизация тела вертикально стоящего человека пока остаётся не раскрытой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Парсонс Д. Понятие напряжённой целостности как объединяющей концепции // Материалы Международного симпозиума «Функциональные нарушения тканей тела человека и восстановление функций организма». – СПб.: ИД СПбМАПО, 2005. – С. 109–123.
2. Mauritz K.-H. Standataxie bei Kleinhirnlasionen, Untersuchungen zur Differential-diagnostik und Patofysiologie gestorter Haltungregulation. – Freiburg, 1979.
3. Okusano T. Vector statokinesigram. A new method of analysis of human body sway // Pract. Otol. Kyoto. – 1983. – Vol. 76. – № 10. – P. 2565–2580.

4. Усачёв В.И. Способ качественной оценки функции равновесия / Патент на изобретение № 2175851, выдан 20.11.2001 г. (Приоритет от 15.03.1999 г.).
5. Усачёв В.И., Слива С.С. с соавт. Способ оценки общего функционального состояния человека / Патент на изобретение № 2165733, выдан 27.04.2001 г. (Приоритет от 15.03.1999 г.).

УДК 612.76

П.Е. Печорин, В.И. Усачёв

**СИМПТОМ ГОЛОВОКРУЖЕНИЯ В ОСТЕОПАТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ:
КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ, ВАРИАНТЫ КОРРЕКЦИИ,
СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ**

Головокружение, как симптом, часто встречается при различных неврологических заболеваниях и соматической патологии. Каждый пациент в понятие «головокружение» вкладывает свои ощущения. Если для одного это состояние протекает в виде кризов, с отчетливым вращательным или линейным компонентами; у второго это состояние общей слабости, «дурноты», чувства приближающейся потери сознания; третьему вообще трудно охарактеризовать ощущения: или это страх перед падением, и неустойчивость походки. В каждом конкретном случае за головокружением стоят разные заболевания, требующие проведения тщательной дифференциальной диагностики.

Головокружение подразделяют на системное и несистемное.

Системное головокружение проявляется в виде иллюзии движения окружающих предметов в определенном направлении, реже – перемещения своего тела в пространстве, качания по волнам, ощущения проваливания или приподнимания.

Ярким системным головокружением характеризуется периферический вестибулярный синдром, который возникает при поражении рецепторов внутреннего уха, вестибулярного нерва до мосто-мозжечкового угла и вестибулярных ядер ствола головного мозга. Для него характерно острое головокружение, сопровождающееся вегетативными расстройствами (тошнотой, рвотой, потоотделением), нарушением равновесия с отклонением тела в определённую сторону и противоположно направленным нистагмом, снижением слуха. Вестибулярная атаксия проявляется без нарушения мышечно-суставного чувства. Для оценки выраженности атаксии применяется компьютерная стабилметрия.

Для несистемного головокружения характерно ощущение внезапно наступающей слабости, чувство «дурноты», «потемнения в глазах», иногда обморок. Оно часто развивается при ортостатической гипотензии, вазодепрессорных состояниях, психогенной гипервентиляции, а также при органической патологии сердца, сосудов и внутренних органов.

Поражения шейного отдела позвоночника при остеохондрозе с вертебробазилярной сосудистой недостаточностью, «хлыстовых» травмах также часто сопровождаются головокружением, нарушением равновесия и вегетативными расстройствами. Эти проявления, как правило, имеют смешанный центрально-периферический генез.

Таким образом, больные с головокружением составляют гетерогенную группу и обращаются за помощью к разным специалистам – терапевтам, неврологам, оториноларингологам, остеопатам. По данным проведенного эпидемиологического исследования распространенность головокружения достигает до 30% в популяции. При этом частое и длительное головокружение отмечается у 14,6% пациентов (8,1% из них составляют мужчины и 21,9% – женщины; $p < 0,001$). В тоже время, обращаемость по поводу головокружения в лечебно-профилактические учреждения значительно меньше, так как значительное число пациентов не прибегают к медицинской помощи.

Цель работы: изучение возможности применения и эффективности остеопатического