

Возможности стабилметрической диагностики нарушений функции равновесия

Х. Т. Абдулкеримов¹, К. И. Карташова¹, З. Х. Абдулкеримов¹, А. В. Рудзевич¹,
Т. Х. Абдулкеримов¹, К. В. Шаманская¹

¹ Уральский государственный медицинский университет,
Екатеринбург, 620028, Россия
(Ректор – докт. мед. наук, проф. О. П. Ковтун)

Modern possibilities of stabilometric diagnostics of equilibrium violations

Kh. T. Abdulkarimov¹, K. I. Kartashova¹, Z. Kh. Abdulkarimov¹, A. V. Rudzevich¹,
T. Kh. Abdulkarimov¹, K. V. Shamanskaya¹

¹ Ural State Medical University,
Ekaterinburg, 620028, Russia

Цель данного исследования – разработать автоматизированную систему дифференциальной диагностики различных видов атаксий методом компьютерной стабильнографии с использованием принципа векторного анализа статокинезиограмм и создания прогностической математической модели на базе математического метода анализа дерева классификаций. В данное исследование были включены 217 человек, из них 196 больных и 21 здоровый испытуемый. Изучались больные с лабиринтной, мозжечковой и сенситивной атаксией. Дополнительные параметры векторного анализа стабильнографической информации позволяют полноценно и всесторонне охарактеризовать динамический процесс поддержания человеком вертикальной позы. Анализ стабильнограмм сводился в основном к изучению их амплитудно-частотных характеристик с помощью различных методов статистической обработки, в том числе спектрального исследования. Анализ частоты колебаний позволял выявить медленные (дыхательные, сердечные) и быстрые волны, характеризующие сократительную деятельность скелетных мышц. В ходе исследования выявлено, что искусственное разделение движения тела человека на колебания во фронтальной и сагиттальной плоскостях уведило исследователя от уяснения сущности процесса движения тела человека при поддержании статического равновесия. Адекватным методом прогноза вида атаксии на основе данных стабильнографической информации для проведения автоматизированной компьютерной дифференциальной диагностики различных видов атаксий, а также скрининговой оценки нормальной функции равновесия является составление математических моделей деревьев классификации.

Ключевые слова: головокружение, атаксия, компьютерная стабильнография.

Для цитирования: Абдулкеримов Х. Т., Карташова К. И., Абдулкеримов З. Х., Рудзевич А. В., Абдулкеримов Т. Х., Шаманская К. В. Возможности стабилметрической диагностики нарушений функции равновесия. *Российская оториноларингология*. 2019;18(6):125–133. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2019-6-125-133>

The aim of this study was to develop an automated system for differential diagnosis of various types of ataxias method of computer stabilography using the principle of vector analysis statokinesigram and create predictive mathematical models on the basis of the mathematical method of analysis of tree classifications. In this study, 217 people were included, including 196 patients and 21 healthy subjects. Patients with labyrinth, cerebellar and sensitive ataxia were studied. Additional parameters of vector analysis of stabilographic information allow fully and comprehensively characterize the dynamic process of maintaining a person's vertical posture. The analysis of stabilograms was reduced, basically, to the study of their amplitude-frequency characteristics by means of various methods of statistical processing, including spectral analysis. Analysis of the frequency of oscillations made it possible to identify slow (respiratory, cardiac) and fast waves, which characterize the contractile activity of skeletal muscles. In the course of the study it was revealed that the artificial division of the movement of the human body into oscillations in the frontal and sagittal planes led the researcher away from understanding the essence of the process of movement of the human body while maintaining a static equilibrium. An adequate method of predicting the type of ataxia based on the data of stabilographic information for performing automated computer differential diagnosis of various ataxia types, as well as screening the normal equilibrium function, is the compilation of mathematical models of „classification trees“.

Key words: dizziness, ataxia, computer stabilography.

For citation: Abdulkеримov Kh. T., Kartashova K. I., Abdulkеримov Z. Kh., Rudzevich A. V., Abdulkеримov T. Kh., Shamanskaya K. V. Modern possibilities of stabilometric diagnostics of equilibrium violations. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2019;18(6):125–133. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2019-6-125-133>

Введение

Анализ данных литературы свидетельствует об увеличении числа больных с вестибулярными расстройствами (головокружение, неустойчивость походки, ухудшение ориентировки и др.). Среди больных неврологического и оториноларингологического профилей пациенты с различными вестибулярными нарушениями встречаются наиболее часто [1, 6–10].

В подавляющем числе работ клиницистов до последнего времени вертикальное положение тела не составляло самостоятельного объекта исследований, а использовалось лишь как показатель влияния на организм тех или иных факторов [1, 2, 11].

Для объективной оценки системы равновесия в последнее десятилетие начал активно применяться метод функциональной компьютерной стабилометрии (ФКС) с использованием компьютерных стабилоанализаторов с биологической обратной связью. Многие исследователи использовали этот метод для изучения состояния системы равновесия при различных заболеваниях, при этом большинство авторов отметили высокую чувствительность ФКС в выявлении малейших отклонений показателей уровня равновесия по сравнению с другими существующими методами. [1, 2, 12].

Несмотря на то что стабيلограф был сконструирован в 1951 г. (Е. Б. Бабским и его сотрудниками), а методику стабيلографии разработали в 1955 г. (Бабский Е. Б., Гурфинкель В. С., Ромель Э. Л., 1955), до сих пор в клинике эта методика еще не получила достаточно широкого распространения.

Первоначально обработка информации проводилась по стабيلограммам, раскладывающим непрерывное перемещение тела человека в вертикальной позе (статокинезиограмма) на две составляющие: 1) колебания во фронтальной плоскости (стабилграмма X); 2) колебания в сагиттальной плоскости (стабилграмма Y) (рис. 1) [1, 2].

Результаты анализа стабилграмм сводились в основном к изучению их амплитудно-ча-

стотных характеристик с помощью различных методов статистической обработки, в том числе спектрального анализа. Анализ частоты колебаний позволял выявить медленные (дыхательные, сердечные) и быстрые волны, характеризующие сократительную деятельность скелетных мышц. При этом каждая из указанных составляющих лучше представлена в одной из анализируемых стабилграмм (либо в X, либо в Y).

Необходимо отметить, что искусственное разделение движения тела человека на колебания во фронтальной и сагиттальной плоскостях уводило исследователя от уяснения сущности процесса движения тела человека при поддержании статического равновесия [2], поэтому одним из существенных толчков к развитию методологии обработки стабилграфической информации явилось открытие принципа векторного анализа статокинезиограмм.

Во время проведения этого процесса статокинезиограмма делится на большое количество равных по времени участков (стабилграфический сигнал квантуется с частотой до 10–20 Гц). После такого преобразования статокинезиограмма представляет собой ломаную линию, состоящую из векторов различной длины и направления. Длина каждого вектора зависит от скорости движения в данный момент времени (рис. 2) [5, 13].

Киреева Т. Б. (1993) все векторы переносила в начало координат и усредняла их длину по 16 секторам. По этим результатам строилась круговая диаграмма направлений колебаний (рис. 3) [5].

Учитывая то, что данные варианты интерпретации векторного анализа статокинезиограмм принципиально не смогли расширить возможности стабиметрической диагностики, в данном исследовании мы попытались разработать автоматизированную систему дифференциальной диагностики различных видов атаксий методом компьютерной стабилграфии с использованием принципа векторного анализа статокинезиограмм и создания прогностической математической модели на базе математического метода анализа дерева классификаций [4, 5].

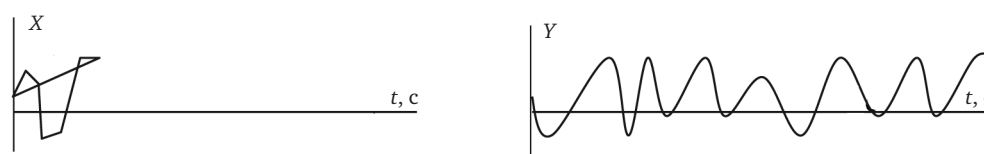


Рис. 1. Стабилграммы X, Y.
Fig. 1. Stabilograms X, Y.

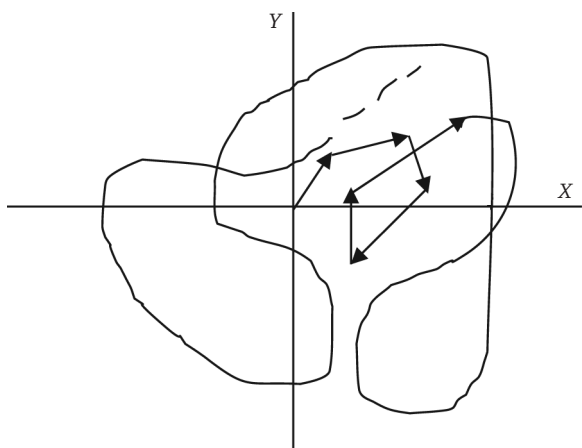


Рис. 2. Статокинезиограмма, разделенная на векторы.
Fig. 2. Statokinesigram, divided into vectors.

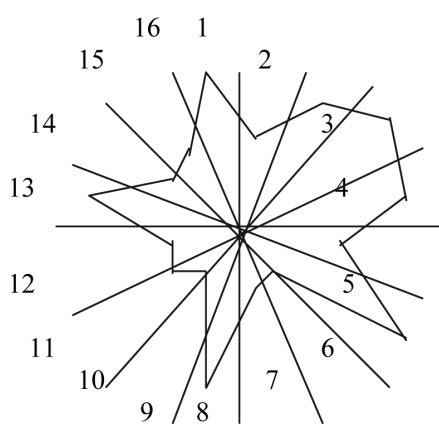


Рис. 3. Круговая диаграмма направлений колебаний.
Fig. 3. Pie chart of directions of oscillation.

Пациенты и методы исследования

Обследовано 217 человек, которым, кроме выявления жалоб, сбора анамнестических данных и объективного осмотра, проводились общеклинические исследования с привлечением смежных специалистов (невролог, офтальмолог, эндокринолог, терапевт, психотерапевт и др. – по показаниям), современные лучевые исследования [компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ)], по рекомендации консультантов выполнялись различные нейрофизиологические исследования, в том числе и вызванные потенциалы (зрительные, слуховые, соматосенсорные и кожные вызванные потенциалы) и другие исследования. При клиническом исследовании функции статокинетической системы изучались также и спонтанные реакции: сенсорные (ощущения головокружения); соматические реакции на мышцы глаз (нистагм), туловища и конечностей (в том числе координационные нарушения); вегетативные реакции.

Результаты и анализ исследований

По результатам исследования выявлено большое количество больных с недостаточностью кро-

вообращения в вертебрально-базилярном бассейне, а также с сопутствующей терапевтической патологией. Многие больные имели стертую или смешанную картину того или иного вида атаксии. Это послужило причиной тщательного отбора лиц в группы для анализа данных стабилотрии. Учитывались клиническая картина заболевания и наличие спонтанных патологических сенсорных, соматических и вегетативных реакций, а также кохлеарные нарушения. Стабилографическому исследованию подвергались только 125 больных, у которых были подтверждены различные виды атаксий (лабиринтная, мозжечковая и сенситивная), и 21 здоровый испытуемый.

Больных с лабиринтной атаксией было 52, в том числе у 34 имелись признаки одностороннего обострения хронического гнойного процесса в полостях среднего уха с явлениями раздражения лабиринта, а у 18 пациентов имелись признаки раздражения лабиринта после выполненных слухоулучшающих операций (поршневая стapedопластика). Для стабилотрического исследования больных с лабиринтной атаксией брали в стадии субкомпенсации вестибулярных расстройств.

Обследовано 52 пациента с мозжечковой атаксией (заболевание мозжечка с нарушением физиологических синергий, обеспечивающих стабилизацию центра тяжести), а с сенситивной атаксией (поражение задних канатиков спинного мозга с нарушением проприоцептивной и со снижением тактильной чувствительности) – 38 лиц. Координационные нарушения и вестибулярные расстройства у этих пациентов также были в стадии субкомпенсации. Распределение обследованных лиц по клиническим группам приведено в табл. 1.

Оценку функции равновесия тела проводили на компьютерном стабилографе СТ-04 (ОКБ «РИТМ», Россия).

Методика исследования заключалась в выполнении статических и динамических тестов (проб) для оценки участия в осуществлении функции равновесия различных афферентных систем, а также для большей надежности дифференциальной диагностики атаксий. Применялись следующие диагностические тесты, каждый из которых проводился в течение 20 с:

- тест Ромберга с открытыми глазами (первая проба);
- тест Ромберга с закрытыми глазами (вторая проба);
- тест активной минимизации пациентом колебаний тела на основе зрительной биологической обратной связи – удержание маркера в центре мишени на мониторе компьютера (третья проба);
- динамический тест на основе биологической обратной связи с совмещением маркера,

Таблица 1

Распределение обследованных лиц по клиническим группам

Table 1

Distribution of examined individuals by clinical groups

Группы обследованных лиц	Всего обследовано	Выполнена компьютерная стабилография
Контрольная группа здоровых лиц	21	21
Пациенты с периферическим вестибулярным синдромом (лабиринтная атаксия)	61	52
Больные с заболеваниями мозжечка и нарушением физиологических синергий, обеспечивающих стабилизацию центра тяжести (мозжечковая атаксия)	72	38
Больные сенситивной атаксией у которых поражены задние канатники спинного мозга с нарушением проприоцептивной, а также снижением тактильной чувствительности	63	35

движущегося на экране монитора компьютера по часовой стрелке и против часовой стрелки.

Кроме традиционных стабилметрических показателей (площади и длины статокинезиограммы, а также среднего радиуса отклонения тела) нами были введены новые показатели анализа векторов:

– КИФЛС (коэффициент изменения функции линейной скорости) λ экспоненциальной зависимости $f(n) = 1 - e^{\lambda n}$, аппроксимирующей график кумулятивной зависимости относительной частоты вершин векторов в равных по площади концентрических зонах 1–14 статокинезиограммы;

– КФР (качество функции равновесия) – отношение площади S_1 , ограниченной экспоненциальной зависимостью $f(n) = 1 - e^{\lambda n}$ и осью абсцисс, и площади $S_{\text{общ}}$, ограниченной асимптотой данной экспоненциальной зависимости и осями координат, %;

– НПВ (нормированная площадь векторограммы, $\text{мм}^2/\text{с}$);

– КРИНД (коэффициент резкого изменения направления движения $>450^\circ$, %);

– ЛСС (линейная скорость средняя, $\text{мм}/\text{с}$);

– АЛС (амплитуда изменения линейной скорости, $\text{мм}/\text{с}$, – средняя вариация линейной скорости);

– ПЛС (средний период изменения линейной скорости, с);

– ЛУС (линейное ускорение среднее);

– АЛУ (амплитуда изменения линейного ускорения, $\text{мм}/\text{с}^2$, – средняя вариация линейного ускорения);

– ПЛУ (средний период изменения линейного ускорения, с);

– УСС (угловая скорость средняя, $^\circ/\text{с}$);

– АУС (амплитуда изменения угловой скорости, $^\circ/\text{с}$, – средняя вариация угловой скорости);

– ПУС (средний период изменения угловой скорости, с);

– КАУС (коэффициент асимметрии угловой скорости, %);

– УУС (угловое ускорение среднее, $^\circ/\text{с}^2$);

– АУУ (амплитуда изменения углового ускорения, $^\circ/\text{с}^2$ – средняя вариация углового ускорения);

– ПУУ (средний период изменения углового ускорения, с);

– КАУУ (коэффициент асимметрии углового ускорения, %).

Коэффициент изменения функции линейной скорости (КИФЛС), качество функции равновесия (КФР), нормированная площадь векторограммы (НПВ) и количество резких изменений направления движения (КРИНД) являются интегральными параметрами анализа векторов статокинезиограммы, характеризующими в целом устойчивость человека в вертикальной позе.

Традиционные стабилметрические показатели нормировали во времени:

– ДЛН (нормированная длина статокинезиограммы – средняя скорость, $\text{мм}/\text{с}$);

– ПЛЩД (нормированная площадь статокинезиограммы, $\text{мм}^2/\text{с}$);

– СРРАД (средний радиус отклонения тела, мм).

Таким образом, для создания базы данных дифференциальной диагностики атаксий мы использовали 21 статокинезиметрический параметр движения, что математически полноценно характеризовало перемещение тела человека при поддержании вертикальной позы.

Все эти первичные признаки (параметры) были сведены в единую базу данных, используемую в дальнейшем для обобщения и математико-статистической обработки [3, 4].

Математико-статистическая обработка проводилась по этапам:

– математико-статистическое и графическое описание обследованных больных при различных пробах;

– оценка значимости различия средних значений признаков в исследуемых группах;

– изучение связей между видами атаксии, с одной стороны, и данными стабิโลграммы, с другой стороны, в целях изучения причинно-следственных зависимостей;

– изучение связей между данными стабิโลграммы в интересах первичного сжатия информации или, другими словами, снижения размерности исследуемого факторного пространства и отбора наиболее информативных признаков;

– создание математических моделей прогноза вида атаксии посредством различных математико-статистических методик, их исследование и отбор наиболее эффективных из них.

Изучение связей между предиктными признаками проводилось с помощью непараметрического коэффициента корреляции Спирмена. Если между парой признаков выявлялась сильная корреляционная связь ($r > 0,7$), то один из таких признаков из дальнейших расчетов по формированию математических моделей вида атаксии исключался. Приоритет отдавался тому признаку, который имел более сильную связь с прогнозируемым признаком. На этом этапе достигают снижение размерности исследуемого факторного пространства и обеспечивают отбор предиктных признаков, наиболее сильно связанных с прогнозируемыми видами атаксии.

По итогам анализа источников литературы и данных нашего исследования [3, 4] наиболее адекватными методами для создания математических моделей прогноза вида атаксии нами избраны дискриминантный анализ и метод деревьев классификации.

Дискриминантный анализ использовался для решения задачи прогноза вида атаксии. В целях классификации больных по виду атаксии, определялась линейная комбинация (линейная дискриминантная функция), которая максимизировала различия между классами, но минимизировала дисперсию внутри классов. В итоге рассчитывалась линейная дискриминантная функция для каждого класса. Больной относился к классу с наибольшим значением функции.

Для выбора более адекватной прогностической модели вида атаксии нами использован также метод деревьев классификации, который пока не имел достаточной практики применения в отечественных медицинских исследованиях.

Прогноз вида атаксии решается в два этапа.

1. Выработка решающего правила в виде дерева классификаций.

2. Дифференциальная диагностика конкретного случая атаксии.

Для выработки решающего правила классификации больных с различными видами атаксии использовался модуль. Деревья классификации

(Classification Trees) (<http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stclatre.html>).

На основании анализа результатов обследования пациентов, страдающих различными видами атаксии, и здоровых лиц в окончательную реверсивную модель прогноза вида атаксии оказались включенными следующие характеристики стабิโลграммы:

- нарастающая площадь вектора, НПВ;
- период угловой скорости, ПУС;
- линейное ускорение среднее, ЛУС;
- период линейной скорости, ПЛС;
- коэффициент асимметрии угловой скорости, КАУС;
- средний радиус, СРРАД;
- период линейного ускорения, ПЛУ;
- амплитуда углового ускорения, АУУ;
- угловое ускорение среднее, УУС;
- количество резких изменений направления движения, КРИНД;

- коэффициент асимметрии угловой скорости, КАУС.

Последовательность решения задачи классификации приведена в табл. 2.

Из анализа, приведенного в табл. 2, такие характеристики как: нарастающая площадь вектора, линейное ускорение среднее, амплитуда углового ускорения, принимают участие в классификации рекурсивно дважды с разными коэффициентами, а линейное ускорение среднее – трижды. Информационная способность модели составила 96,67%.

Детальное исследование принципа автоматизированного предсказания принадлежности конкретного обследуемого к одному из видов атаксий в зависимости от значений определенного набора признаков статокинезиограммы обследуемого на примере первой пробы представлено ниже.

Исследование методики диагностики атаксии на двух примерах представлено ниже.

1. У очередного пациента зарегистрированы следующие значения стабิโลграфических признаков, включенных в модель: НПВ = 0,73; ПУС = 1,88; ЛУС = 0,17; ПЛС = 0,68; КАУС = –11,5; СРРАД = 8,97; ПЛУ = 0,4; АУУ = 1,08; УУС = 0,7; КРИНД = 17,21.

На первом узле дерева классификации оценивается значение НПВ, которое в наблюдении равно 0,73, что меньше его критического значения (1,495), и, следовательно, выбирается левое плечо на узел 2. На втором узле оценивается ПУС, его наблюдавшееся значение больше критического (1,88 > 1,755), что предполагает переход на правое плечо дерева к узлу 5. На пятом узле ключевым является признак КАУС, наблюдавшееся значение которого (–11,5) меньше критического (–1,5), что служит основанием для дальнейшего перехода по левому плечу на узел 10. На 10-м узле

Таблица 2
Последовательность решения задачи классификации по данным первой пробы

Table 2

The sequence of solving the classification problem according to the first sample

№ пп	Левое плечо	Правое плечо	Номер наблюдаемой группы				Группа прогноза	Классификационный признак	
			1	2	3	4		Значение	Код
1	2	3	21	12	18	15	1	1,495	НПВ
2	4	5	20	7	3	0	1	1,755	ПУС
3	6	7	1	5	15	15	4	0,56	ЛУС
4	8	9	1	3	3	0	2	0,62	ПЛС
5	10	11	19	4	0	0	1	-1,5	КАУС
6	12	13	1	5	5	15	4	15,565	СРРАД
7			0	0	10	0	3		
8	14	15	1	1	3	0	3	0,21	ЛУС
9			0	2	0	0	2		
10	16	17	18	1	0	0	1	0,435	ПЛУ
11	18	19	1	3	0	0	2	0,205	ЛУС
12	20	21	1	3	4	1	3	0,99	АУУ
13	22	23	0	2	1	14	4	0,9	УУС
14			1	0	0	0	1		
15			0	1	3	0	3		
16			17	0	0	0	1		
17	24	25	1	1	0	0	1	0,79	НПВ
18			0	3	0	0	2		
19			1	0	0	0	1		
20			0	3	0	0	2		
21	26	27	1	0	4	1	3	14,84	КРИНД
22	28	29	0	1	1	14	4	0,71	АУУ
23			0	1	0	0	2		
24			1	0	0	0	1		
25			0	1	0	0	2		
26			1	0	0	0	1		
27	30	31	0	0	4	1	3	-14,75	КАУС
28			0	1	0	0	2		
29			0	0	1	14	4		
30			0	0	0	1	4		
31			0	0	4	0	3		

сравнивается наблюдавшееся значение признака ПЛУ (0,4) с критическим (0,435). Так как наблюдавшееся значение меньше критического – следует выбрать левое плечо к узлу 16, который является терминальным, а значит, обследованного пациента следует отнести в первую группу – группу здоровых (рис. 4).

2. У очередного пациента определены следующие значения стабильнографических признаков, включенных в модель: НПВ = 2,08; ПУС = 1,89; ЛУС = 0,23; ПЛС = 0,83; КАУС = -6;

СРРАД = 14,7; ПЛУ = 0,39; АУУ = 1,11; УУС = 0,6; КРИНД = 15,96. Поскольку НПВ = 2,08 больше его критического значения (1,495) на первом узле – для дальнейшего решения задачи классификации следует перенести по правому плечу на узел 3. На третьем узле решение принимается по значению признака ЛУС, наблюдаемое значение которого (0,23) меньше его критического значения (0,56), что обусловило переход по левому плечу на 6-й узел. По признаку СРРАД = 14,7, что меньше его критического значения (15,565),

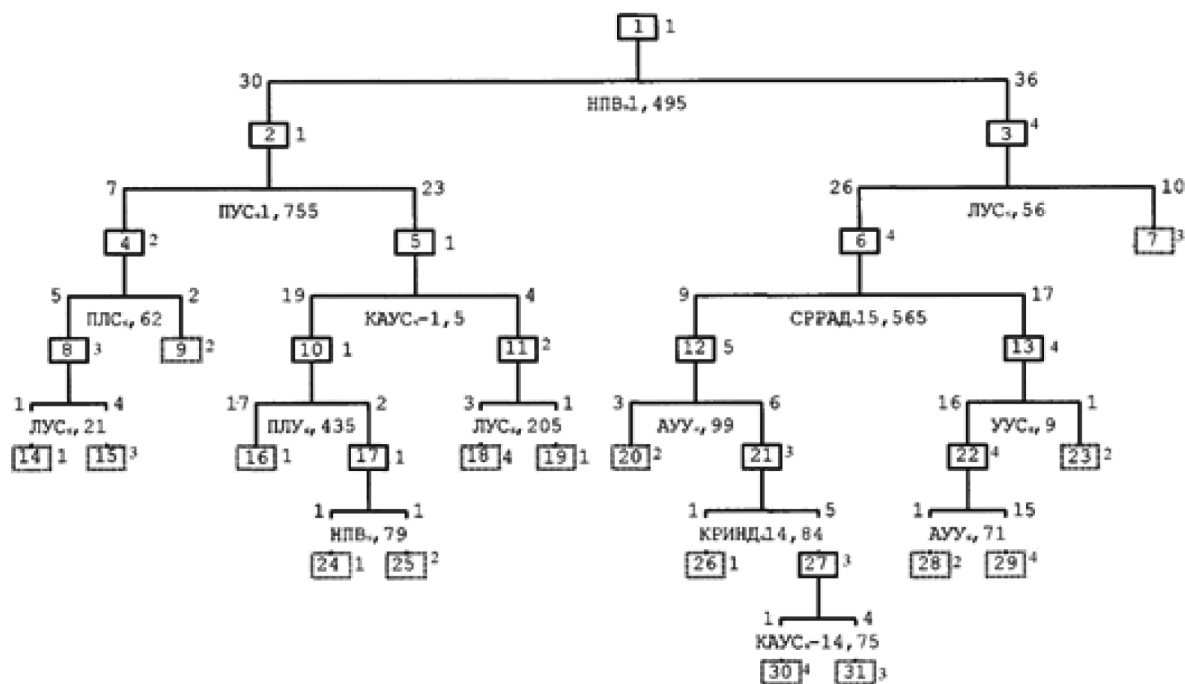


Рис. 4. Дерево дифференциальной диагностики атаксии по данным первой пробы.
Fig. 4. Tree differential diagnosis of ataxia according to the first test.

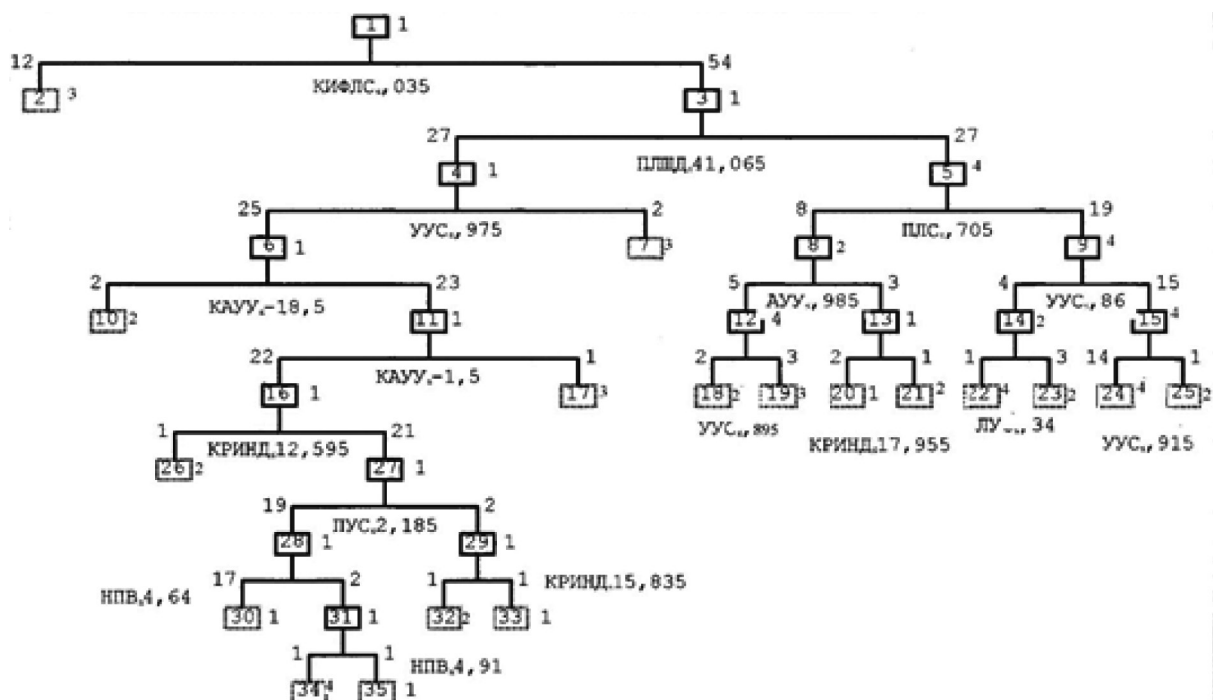


Рис. 5. Дерево дифференциальной диагностики атаксии по данным второй пробы.
Fig. 5. Tree differential diagnosis of ataxia according to the second sample.

вследствие чего переходим к узлу 12. На 12-м узле оценивается признак АУУ, наблюдавшееся значение которого 1,11 больше критического 0,99, что обуславливает переход по правому плечу на узел 21. Классифицирующим признаком на 21-м узле является КРИНД, который в опыте приобрел значение 15,96, что превышает значение модель-

ного коэффициента и предопределяет переход к 27-му узлу. КАУС в опыте = -6, что больше чем его модельный коэффициент на 27-м узле = -14,75 и в конечном счете обеспечивает переход к 31-му узлу, который является терминальным, а пациента относим в группу больных с мозжечковой атаксией (рис. 5).

Выводы

Использование дополнительных параметров векторного анализа стабилеографической информации позволяет более полноценно и всесторонне охарактеризовать динамический процесс поддержания человеком вертикальной позы.

Составление математических моделей деревьев классификации является адекватным мето-

дом прогноза вида атаксии на основе данных стабилеографической информации для проведения дифференциальной диагностики различных видов атаксий, а также позволяет проводить скрининговую оценку нормальной функции равновесия.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдулкеримов Х. Т. Автоматизированная стабилеометрическая диагностика атаксий на основе современных компьютерных информационных технологий: дис. ... докт. мед. наук. СПб., 2003.
2. Бабский Е. Б., Гурфинкель В. С., Ромель Э. Л. Новый способ исследования устойчивости стояния человека. *Физиологический журнал СССР имени И. М. Сеченова*. 1955;12;3:423–426.
3. Григорьев С. Г., Юнкеров В. И., Клименко Н. Б. Логистическая регрессия. Многомерные методы статистического анализа категоризованных данных медицинских исследований: учебное пособие. СПб.: ВМедА, 2001:10–21.
4. Григорьев С. Г., Киреев О. В., Кувакин В. И., Левандовский В. В., Лядов В. Р., Юнкеров В. И., Мизерене Р. В., Николаевич М. С. Многомерные методы статистического анализа категоризованных данных медицинских исследований. СПб., 1998:103.
5. Киреева Т. Б. Автоматизация обработки стабилеограмм для физиологических исследований и клинического использования. Медицинские информационные системы. *Межведомственный тематический научный сборник*. 1993;4(XI):131–136.
6. Колмакова Т. С., Гончарова З. А., Тараканов А. В., Исачкина Н. С., Гельпей М. А. Возможность использования стабилеографии для оценки развития болезни Паркинсона. *Архив клинической и экспериментальной медицины*. 2017;26:9–13. <https://elibrary.ru/item.asp?id=29983666>
7. Манаенкова Е. А. Профилактика рецидивирующего доброкачественного пароксизмального позиционного головокружения (ДППГ). *Российская оториноларингология*. 2018;1:73–76. doi: 10.18692/1810-4800-2018-1-73-76
8. Привалова Ж. В., Кузьмин Д. М., Воронов В. А. Некоторые причины вестибулярной дисфункции в послеоперационном периоде после стапедопластики. *Российская оториноларингология*. 2018;1:98–101. doi: 10.18692/1810-4800-2018-1-98-101
9. Романова М. В., Кубряк О. В., Исакова Е. В., Котов С. В., Гроховский С. С. Вопросы стандартизации стабилеометрических методов в клинической неврологической практике. *Проблемы стандартизации в здравоохранении*. 2014;3–4. http://publish.newdiamed.ru/index.php?m=ps_base&art=140305
10. Сидорович Э. К., Лихачев С. А., Клишевская Н. Н. Применение статической и динамической стабилеографии для раннего выявления нарушений функции поддержания вертикальной позы у пациентов с умеренными когнитивными расстройствами сосудистого генеза. *Неврологический вестник*. 2014; 3:16–21.
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, 53.
12. Mauritz K.-H. Standataxie bei Kleinhirnlästen, Untersuchungen zur Differential-diagnostik und Patophysiologie gestörter Haltungregulation, Freiburg, 1979. 347 p.
13. Okyano T. Vector statokinesigram. A new method of analysis of human body sway. *Pract. Otol. Kyoto*. 1983;76:10:2565–2580.

REFERENCES

1. Abdulkarimov Kh. T. Avtomatizirovannaya stabilometricheskaya diagnostika ataksii na osnove sovremennykh komp'yuternykh informatsionnykh tekhnologii: diss. ... dokt. med. nauk. SPb., 2003. (in Russ.).
2. Bab'skii E. B., Gurfinkel' V. S., Romel' E. L. A new way to study the stability of a person's standing. *Fiziologicheskii zhurnal SSSR imeni I. M. Sechenova*. 1955;12:3:423–426. (in Russ.).
3. Grigor'ev S. G., Yunkero V. I., Klimenko N. B. Logisticheskaya regressiya. Mnogomernye metody statisticheskogo analiza kategorirovannykh dannykh meditsinskikh issledovaniy Uch. posobie. SPb.: VMedA; 2001;10-21 (in Russ.).
4. Grigor'ev S. G., Kireev O. V., Kuvakin V. I., Levandovskii V. V., Lyadov V. R., Yunkero V. I., Mizerene R. V., Nikolaevich M. S. *Mnogomernye metody statisticheskogo analiza kategorirovannykh dannykh meditsinskikh issledovaniy*. SPb., 1998:103. (in Russ.).
5. Kireeva T. B. Automation of stabilogram processing for physiological research and clinical use. *Meditsinskie informatsionnye sistemy. Mezvedomstvennyi tematicheskii nauchnyi sbornik*. 1993;4(XI):131–136. (in Russ.).
6. Kolmakova T. S., Goncharova Z. A., Tarakanov A. V., Isachkina N. S., Gel'pei M. A. Possibility of stabilometry for evaluating the risk of Parkinson disease. *Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny*. 2017;26:9–13 (in Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=29983666>
7. Manaenkova E. A. Prevention of recurrent benign Paroxysmal positional dizziness (DPPG). *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2018;1:73–76 (in Russ.). doi: 10.18692/1810-4800-2018-1-73-76
8. Privalova Zh. V., Kuz'min D. M., Voronov V. A. Some causes of vestibular dysfunction in the postoperative period after stapedoplasty. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2018;1:98–101 (in Russ.). doi: 10.18692/1810-4800-2018-1-98-101

9. Romanova M. V., Kubryak O. V., Isakova E. V., Kotov S. V., Grokhovskii S. S. Standardization issues of stabilometric methods in clinical neurological practice. *Problemy standartizatsii v zdravookhraneniі*. 2014;3–4 (in Russ.). http://publish.newdiamed.ru/index.php?m=ps_base&art=140305
10. Sidorovich E. K., Likhachev S. A., Klishevskaya N. N. Use of static and dynamic stabilography for early detection of violations of the function of maintaining vertical posture in patients with moderate cognitive disorders of vascular genesis. *Nevrologicheskii vestnik* 2014; 3:16-21 (in Russ.). <https://journals.eco-vector.com/1027-4898/article/view/13853>
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, 53.
12. Mauritz K.-H. Standataxie bei Kleinhirnlästen, Untersuchungen zur Differential-diagnostik und Patophysiologie gestörter Haltungregulation, Freiburg, 1979; 347.
13. Okyano T. Vector statokinesigram. A new method of analysis of human body sway. *Pract. Otol. Kyoto*. 1983;76:10:2565–2580.

Информация об авторах

Абдулкеримов Хийир Тагирович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии, Уральский государственный медицинский университет (620028, Россия, Екатеринбург, ул. Репина, д. 3); заведующий отделением оториноларингологии, Городская клиническая больница № 40 Екатеринбург; тел.: 8 (343) 240-04-76, e-mail: abdulkerimov@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0875-8057>

Абдулкеримов Замир Хийирович – ассистент кафедры хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии, Уральский государственный медицинский университет (620028, Россия, Екатеринбург, ул. Репина, д. 3); врач отделения оториноларингологии, Городская клиническая больница № 40 Екатеринбург; тел.: 8-963-049-14-25, e-mail: zamor.abdulkerimov@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1965-4939>

Карташова Ксения Игоревна – доцент кафедры хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии, Уральский государственный медицинский университет (620028, Россия, Екатеринбург, ул. Репина, д. 3)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9442-1986>

Рудзевич Александр Владимирович – аспирант кафедры хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии, Уральский государственный медицинский университет (620028, Россия, Екатеринбург, ул. Репина, д. 3); тел.: 8-904-491-92-80, e-mail: rudzevich.1@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4334-0198>

Абдулкеримов Тимур Хийирович – ассистент кафедры хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии, Уральский государственный медицинский университет (620028, Россия, Екатеринбург, ул. Репина, д. 3)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2295-0333>

✉ **Шаманская Ксения Валерьевна** – аспирант кафедры хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии, Уральский государственный медицинский университет (620028, Россия, Екатеринбург, ул. Репина, д. 3); тел.: 8-919-379-19-16, e-mail: Kse_sh@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3202-9225>

Information about authors

Khiiir T. Abdulkerimov – MD, Professor, Head of the Department of Surgical Dentistry, Otorhinology and Oral and Maxillofacial Surgery, Ural State Medical University (620028, Russia, Yekaterinburg, 3, Repina str.); Head of the Department of Otorhinology, City Clinical Hospital No 40 of Yekaterinburg; tel.: 8 (343) 240-04-76, e-mail: abdulkerimov@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0875-8057>

Zamor Kh. Abdulkerimov – assistant of the Department of Surgical Dentistry, Otorhinology and Oral and Maxillofacial Surgery, Ural State Medical University (620028, Russia, Yekaterinburg, 3, Repin str.); doctor of the Department of Otorhinology, City Clinical Hospital No 40 of Yekaterinburg; tel.: 8-963-049-14-25, e-mail: zamor.abdulkerimov@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1965-4939>

Kseniya I. Kartashova – assistant professor, Department of Surgical Dentistry, Otorhinology and Oral and Maxillofacial Surgery, Ural State Medical University (620028, Russia, Yekaterinburg, 3, Repin str.)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9442-1986>

Aleksandr V. Rudzevich – postgraduate student, Department of Surgical Dentistry, Otorhinology and Oral and Maxillofacial Surgery, Ural State Medical University (620028, Russia, Yekaterinburg, 3, Repin str.); tel.: 8-904-491-92-80, e-mail: rudzevich.1@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4334-0198>

Timur Kh. Abdulkerimov – assistant of the Department of Surgical Dentistry, Otorhinology and Oral and Maxillofacial Surgery, Ural State Medical University (620028, Russia, Yekaterinburg, 3, Repin str.)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2295-0333>

✉ **Kseniya V. Shamanskaya** – postgraduate student, Department of Surgical Dentistry, Otorhinology and Oral and Maxillofacial Surgery, Ural State Medical University (620028, Russia, Yekaterinburg, 3, Repin str.); tel.: 8-919-379-19-16, e-mail: Kse_sh@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3202-9225>