

ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Cogitare hominis est!

УДК 614.2–008J-073:681.6

Математична модель для оцінки функціонального стану людини

Ю.Г.Вихованець, В.І.Прокопець, В.І.Остапенко, В.Г.Гур'янов,
В.О.Антонова

*Донецький національний медичний університет ім. М.Горького, Донецьк,
Україна*

РЕЗЮМЕ, ABSTRACT

В статті запропоновано математичну модель для оцінки функціонального стану людини за допомогою комп'ютерної стабілометрії (Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2009.-Т.7,№2.-С.134-137).

Ключові слова: математична модель, комп'ютерна стабілометрія, функціональний стан

Ю.Г. Выхованец, В.И. Прокопец, В.И. Остапенко, В.Г.Гурьянов, В.О.Антонова

MATHEMATICAL MODEL FOR AN EVALUATION OF A FUNCTIONAL STATE OF A PERSON
Донецький національний медичний університет ім. М.Горького, Донецьк, Україна

В статье предложена математическая модель для оценки функционального состояния человека при помощи компьютерной стабилотрии (Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2009.-Т.7,№2.-С.134-137).

Ключевые слова: математическая модель, функциональное состояние, компьютерная стабилотрия

Yu.G. Vykhovanets, V.I. Prokopets, V.I. Ostapenko, V.G. Gurianov, V.O. Antonova

MATHEMATICAL MODEL FOR AN EVALUATION OF A FUNCTIONAL STATE

Donetsk national medical university named after M. Gorky, Donetsk, Ukraine

In the article the mathematical model for an evaluation of a functional state of a person with the help of computer posturography is described (Ukr. z. telemed. med. telemat.-2009.-Vol.7,№2.-P.134-137).

Key words: mathematical model, functional state, computer posturography

Математичні моделі, що побудовані на основі стабілометричних показників, успішно використовуються в сучасній медицині для діагностики та корекції функціонального стану людини як у цілому, так і в окремих його складових. Це зумовлено тим, що утримання рівноваги є результатом взаємодії вестибулярного і зорового аналізаторів, суглобово-м'язової пропріорецепції, вищих відділів центральної нервової системи, а також різних морфофункціональних утворень. В основу комп'ютерної стабілометрії покладено визначення і реєстрацію питомих координат проекції центра тиску

(ЦТ) тіла людини на площу опори і відображення їх на екрані монітора. При оцінці функціонального стану беруть до уваги площу статокінезіграми (S), розкид зміщення, а також максимальні довільні переміщення (амплітуди коливань) ЦТ і його частотні характеристики у фронтальній і сагітальній площинах.

Проте наявність складних нелінійних взаємозв'язків суттєво обмежує можливість використання стабілометричних показників для кількісної оцінки функціонального стану людини. У зв'язку із цим нами сформульована наступна мета досліджень.

Мета дослідження

Вивчити погодженість стабілометричних показників функціональним станом людини; визначити інформативні параметри; створити математичну модель для оцінки функціонального стану людини.

Матеріал і методи

Дослідження були проведені на 232 особах на базі психофізіологічної лабораторії кафедри біофізики, медапаратури і клінічної інформатики Донецького національного медичного університету та реабілітаційно-діагностичного центру МОЗ України. Оцінка функціонального стану обстежених здійснювалась на основі медичних карт, результатів комп'ютерних поліметричних, УЗД, біохімічних досліджень та висновків відповідних

спеціалістів. Фізіологічні показники, що отримувались у процесі комп'ютерних поліметричних досліджень, автоматично реєструвались та аналізувались за допомогою комп'ютерної системи [1]. Для статистичної обробки даних використовувався пакет MedStat [2]. Математичну модель отримували за допомогою ліцензійного пакету Statistica 5.5 [3]. Загальна характеристика обстежених представлена в таблиці 1.

Таблиця 1. Загальна характеристика обстежених (n = 304)

Функціональний стан		Задовільний		Незадовільний		Усього	
Стать		Ч	Ж	Ч	Ж	Ч	Ж
Вік (років)	17-25	45	64	6	9	51	73
	26-35	21	43	23	18	44	61
	36-45	16	21	23	15	39	36
УСЬОГО		82	128	52	42	134	170

У відповідності із результатами обстежень усі пацієнти були розділені на дві групи спостережень – 94 особи із незадовільним станом (52 чоловічої і 42 жіночої статі) та 210 осіб із задовільним станом (82 чоловічої і 128 жіночої статі).

Кожна із двох груп спостережень методом випадкової вибірки була розділена на дві підгрупи: основну і контрольну, по 105 осіб (41 чоловічої і 64 жіночої статі) із задовільним і по 47 осіб (26 чоловічої і 21 жіночої статі) із незадовільним станом відповідно. Основна група одночасно із комп'ютерними поліметричними, УЗД, біохімічними дослідженнями проходила комп'ютерні стабілометричні обстеження для створення математичної моделі для кількісної оцінки функціонального стану піддослідних по результатах стабілографічних показників.

Реєстрація стабілограм здійснювалась в довільному акті

ортоградної пози з можливістю візуального контролю положення центра мас (ЦМ) на екрані монітора (тобто із зворотним зв'язком – ЗЗ), з розплющеними очима (РО) і в умовах часткової сенсорної деривації (при закритих очах – ЗО). Тривалість запису – 3 хвилини. Після проведення реєстрації розраховувалися: довжина траєкторії переміщення центра ваги (L) в двовимірній поверхні коливань, площа стабілограми (S), що розраховується як площа фігури, яка описується радіус-вектором, проведеним з початкового положення центра мас до його поточного положення, відношення довжини стабілограми до її площі (L/S), середнє квадратичне відхилення проєкції положення центра ваги в сагітальній (Sg) і фронтальній (Fr) поверхнях (Qx і Qy). Крім цього, визначались складові спектральної щільності розкладання початкового сигналу в ряд Фур'є для сагітальної і фронтальної складових. Для

розкладання початкового сигналу в ряд Фур'є використовувалось стандартне швидке перетворення Фур'є (ШПФ). У стандартному записі оброблялися сигнали тривалістю 30 секунд, отримані з дискретністю в $\Delta\tau = \frac{1}{25}$ секунди. Спектральна щільність сигналу розраховувалась в діапазонах частот: 0–1 Гц (Sg_05 і Fr_05), 1–2 Гц (Sg_15 і

Fr_15), 9–10 Гц (Sg_95 і Fr_95) – всього 20 показників. Таким чином, кожний запис стабілограми описувався за допомогою 25 показників.

Достовірність математичної моделі, що була створена, оцінювалась на основі її застосування для кількісної оцінки функціонального стану контрольної групи піддослідних.

Результати та обговорення

За допомогою дискримінантного аналізу за результатами основної групи було отримано математичну модель кількісної оцінки функціонального стану по стабілографічних показниках у режимі з РО та ЗЗ:

$$Y = -0,51 \cdot N_{QY} + 0,080 \cdot N_{SG_{0,5}} + 0,056 \cdot N_{SG_{1,5}} - 0,023 \cdot N_{SG_{2,5}} - 0,12$$
де Y - кількісні оцінки функціонального стану людини, N_QY – повна спектральна потужність стабілографічного сигналу, N_SG_0,5 - потужність стабілографічних сигналів у сагітальній площині на частоті 0,5 Гц, N_SG_1,5 - потужність стабілографічних сигналів у сагітальній площині на частоті 1,5 Гц, N_SG_2,5 - потужність стабілографічних сигналів у сагітальній площині на частоті 2,5 Гц. При Y < 0,202 функціональний стан вважають

задовільним, а при значеннях Y ≥ 0,202 – незадовільним. Сутність математичної моделі, яка отримана, полягає у тому, що найбільш значущими факторними ознаками для кількісної оцінки функціонального стану людини є повна спектральна потужність стабілографічного сигналу N_QY, а також потужності стабілографічних сигналів N_SG_0,5; N_SG_1,5 та N_SG_2,5, що фіксують відповідно на частотах 0,5 Гц; 1,5 Гц та 2,5 Гц. Чутливість математичної моделі, що була побудована на цих чотирьох ознаках, була перевірена на контрольній групі. При застосуванні математичної моделі встановлено, що чутливість становить 70,7% (ВІ 58,1% – 81,8%), специфічність моделі – 77,8% (ВІ 67,1% – 77,8%).

Клінічний приклад

Пацієнт А., жінка 23 років. Діагноз: черепно-мозкова травма. При проведенні стабілографічних обстежень та застосуванні математичної моделі були отримані наступні показники (табл. 2). На основі результатів встановлено незадовільний стан (Y = 0,204).

Другий приклад: пацієнт А., чоловік 19 років, скарги на стан здоров'я

відсутні, по результатах комп'ютерних поліметричних, УЗД, біохімічних досліджень, даних медичної картки стан задовільний. При проведенні стабілографічних обстежень та застосуванні математичної моделі були отримані результати (табл.2), на основі яких у пацієнта встановлено задовільний стан (Y = 0,103).

Таблиця 2. Результати стабілографічних обстежень та застосування математичної моделі

Пацієнт	N_QY	N_SG_05	N_SG_15	N_SG_25
А, жінка	0.41207	6.116438	0.970159	0.366788
А, чоловік	0.276877	4.12742	0.7743069	0.390285

Висновки

Математична модель, що створена, дозволяє суттєво підвищити точність кількісної оцінки функціонального стану людини шляхом урахування взаємовідносин повної спектральної

потужності стабілографічного сигналу, а також потужності стабілографічних сигналів у сагітальній площині на частотах 0,5 Гц, 1,5 Гц та 2,5 Гц.

Література та вебліографія

1. *Вихованець Ю.Г.* Комп'ютерний комплекс для кількісної біомедичної оцінки // Вестник гигиены и эпидемиологии. - 2008. - Т.12, №1. - С. 176-180.
2. *Лях Ю.Е., Гурьянов В.Г. Хоменко В.Н., Панченко О.А.* Основы компьютерной биостатистики. Анализ информации в биологии, медицине и фармации статистическим пакетом MedStat. – Д.: Папакица Е.К., 2006. – 214с.

3. *Лях Ю.Е., Вихованець Ю.Г., Гурьянов В.Г., Прокопец В.И., Черняк А.Н., Грецькая И.Р.* Нейросетевая классификация параметров стабิโลграммы // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної відеоконференції: Актуальні питання дистанційної освіти та медицини 2008. - Запоріжжя-Київ, 2008. - С. 8-10.

Надійшла до редакції: 05.03.2009.

© Ю.Г.Вихованець, В.І.Прокопец, В.І.Остапенко, В.Г.Гур'янов, В.О.Антонова

Кореспонденція: *Вихованець Ю.Г.*,
Пр-т Ілліча, 16, 83003, Донецьк, Україна
E-mail: info@dsmu.edu.ua