

Шаронова Н.В., Козуля М.М.

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна

Ентропійна оцінка факторів визначення ступеню хвороби й груп захворювання

Актуальність дослідження. Полягає у вирішенні проблемних питань медичної практики стосовно теоретичного обґрунтування моделі ідентифікації факторів, які відповідають за певний ступінь прояву захворювання і визначають групу протікання хвороби з остаточним діагнозом стану організму людини.

Мета дослідження. Формування методів і моделі з оцінки стану здоров'я людини (рівня її захворюваності) на основі ентропійного підходу за умови розв'язання таких задач:

1. дослідження стохастичної природи захворювання і визначення гіпотези про його вірогідну природу;
2. формування ентропійної моделі виявлення факторів поважності (небезпечності) захворювання і груп наслідків;
3. практичне опробування моделі на базі якісних даних спостережень за розвитком дитячого церебрального паралічу (ДЦП).

Методика дослідження і аналіз результатів. Захворювання визначається станом життєвого процесу, пов'язаного з просторовим ареалом, соціальним, економічним середовищем і умовами природної еволюції. Важливу роль відіграють такі фактори як стиль життя, рівень культури, можливості охорони здоров'я. Для уникнення важкості врахування усіх можливих впливів на стан організму людини і формування певної схильності до хвороби встановимо, що не існує абсолютно детермінованого знання природи (причин, факторів, полії) хвороби, хоча мають місце причини і її наслідки. Хвороба стосується дестабілізації квазістаціонарного стану організму як біохімічної складної системи, що запропоновано покласти в основу моделювання механізмів хвороби. Гіпотеза про виникнення вірогідних процесів порушення стану здоров'я внаслідок зовнішніх і внутрішніх впливів на організм людини дозволяє звернутися до теорії імовірності. Для моделювання і вивчення прояву кількісних показників і параметрів хвороби запропоновано скористатися принципом максимізації ентропії [1].

Імовірність перебігу процесів в організмі людини при виникненні певних відхилень у стані чи функціонуванні органів і систем визначено у такій послідовності [2]:

- 1) середньоквадратичне відхилення порушень стану від мінімально зафіксованого

$$\sigma(X) = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{\text{length}(X)-1} (X_i - \min(X))^2}{\text{length}(X) - 1}}. \quad (1)$$

- 2) імовірність відхилення порушень від мінімально можливих змін

$$P(X, x_1, x_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma(X)} \left[\frac{-1}{2} \operatorname{erf}\left(\sqrt{2} \frac{-\max(X) + \min(X)}{\sigma(X)}\right) \frac{\pi}{2} \sqrt{2}\sigma(X) + \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \frac{-\text{mean}(X) + \min(X)}{\sigma(X)}\right) \frac{\pi}{2} \sqrt{2}\sigma(X) \right] \quad (2)$$

- 3) ризик дестабілізації організму виду інформаційної ентропії

$$S(P) = \ln P(X, x_1, x_2), \text{Risk} = S1 = -P(x) \ln[P(X)] \quad (3)$$

де $S(P)$ – ентропійна оцінка порушень, Risk – інформаційна ентропія як узагальнена характеристика рівня безпеки.

Стан системи визначається за оцінкою імовірності відхилення порушень від стану квазістабільності організму:

1. середньоквадратичне відхилення від стабільного стану

$$\sigma\sigma(X) = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{\text{length}(X)-1} (X_i - 0)^2}{\text{length}(X) - 1}} \quad (4)$$

2. імовірність відхилень від нормативних відповідностей (обмежень)

$$P(X, x1, x2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma\sigma(X)} \left[\frac{-1}{2} \operatorname{erf}\left(\sqrt{2} \frac{-\max(X) + 0}{\sigma\sigma(X)}\right) \frac{\pi}{2} \sqrt{2}\sigma\sigma(X) + \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \frac{-\min(X) + 0}{\sigma\sigma(X)}\right) \frac{\pi}{2} \sqrt{2}\sigma\sigma(X) \right] \quad (5)$$

3. ентропійна оцінка екологічної небезпеки як рівень непорядкованості системи

$$SS(X) = \ln[PP(X)], Risk = -PP(X) \cdot \ln[PP(X)] \quad (6)$$

Вважаючи імовірність відхилення від фоновому стану більше ніж 0,2 вагомим, визначають фактори дестабілізації стану організму і формування певної групи здоров'я. Послідовний аналіз дестабілізуючих параметрів і програмна реалізація пошуку ризику здоров'ю дозволила отримати схожі результати. Наприклад, у групі «не ходьба» за статистичною обробкою даних маємо $p = 1.93\text{ВЖКЗ} + 2.28\text{ПВИ} + 0.0006$.

Саме такі фактори визначають ризик потрапляння в дану групу. (рис.1)

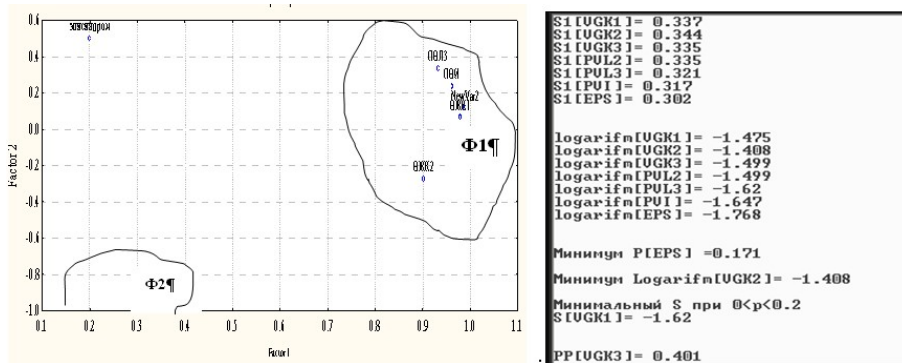


Рис. 1. Взаємозалежність факторів групи «не ходьба», ризик-аналіз

Висновки. 1. Визначення властивостей процесу захворювання показало, що для макрорівня аналізу явища розглядають багаточисельні індивідуальні випадкові й незалежні події, які є відображенням стану організму і характеризуються апріорними ймовірностями. 2. Оскільки організм через деякий час стабілізується після хаосу на певному рівні та зміні ентропії організму досягають нульової міри, то генерована множина макрорівня параметрів стану визначається функцією нормального розподілу (рівняння (2) і (4)). Імовірнісні характеристики при достатньо великому обсязі множини окремих ефектів мають «гострий» максимум, що дозволяє постулювати реалізованість одного макростану, який відповідає максимуму ентропії. 3. Дослідження специфіки фактів прояву ДЦП встановило, що суттєвими при реалізації трьох груп макростанів організму як квазістабільності після захворювання (ходьба, вспом_ходьба і не ходьба) є внутрішньо шлунковий крововилив 1, 2 ступеню (VGK1, VGK2), ПВ лейкомаляція 2-го ступеню (PVL2), а також гендерний вік за полом дитини – найбільш уразливі хлопчики 31-го тижня.

Література. 1. Попков Ю. С. Энтропийные модели индикаторов смертности / Ю. С. Попков // Труды ИСА РАН. – 2011. – Т. 61. – № 4. – С. 94–103. 2. Козуля Т. В. Практична реалізація концепції корпоративної екологічної системи для інтегральної оцінки екологічного ризику здоров'ю / Т. В. Козуля, Н. В. Шаронова // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2010. – № 4. – С. 100–109.