

Patoloji Proseslərin Proqnozlaşdırılmasında və Diaqnostikasında Bayes Formulunun Tətbiqi Haqqında

Qorxmaz Əfəndiyev

ETN İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
g.afandiyev@mail.ru

Xülasə—Məlumdur ki, patoloji proseslərin proqnozlaşdırılmasında xəstəliklərin diaqnozunu və müalicəsini optimallaşdırmaq məqsədilə riyazi vasitələrin və texnologiyaların tətbiqi kifayət qədər əhəmiyyətli istiqamətdir. Hazırda təbabətdə müxtəlif patoloji halların baş verməsini və gedişatını proqnozlaşdırmaq məqsədi ilə müxtəlif ehtimal-statistik metodlardan istifadə edilir. Bu metodlar, müxtəlif xəstəliklərin proqnozlaşdırılmasında həkimlərə və tibbi mütəxəssislərə düzgün qərarlar qəbul etməyə kömək edir. Statistik modellər, həmçinin xəstələrə daha individual yanaşmağa və sağ qalma şanslarını artırmağa imkan verir. Məqalədə tibbi patoloji proseslərin proqnozlaşdırılmasında Bayes formulunun tətbiqinə baxılır. Bu metodun üstün cəhətləri göstərilir, proqnostik modelin tətbiqinin metodikası və algoritmi verilir. Həmçinin, Bayes formulunun tətbiqinə dair real nümunəyə baxılır.

Açar sözlər— patoloji proseslər, proqnozlaşdırma, Bayes formulu, ehtimal-statistik metodlar.

I. GİRİŞ

Klinik praktikada proqnozlaşdırmanın əhəmiyyəti müasir tibbin əsas vəzifələri hesab olunan xəstəliklərin qarşısının alınması və xəstələrin müalicəsi ilə müəyyən edilir [1]. Buna görə də, tibbi proqnozlaşdırmada iki hala – xəstəliyin baş vermə ehtimalının və xəstəliyin inkişafının, yəni ağırlaşmaların və ya xəstənin sağalma ehtimalının qiymətləndirilməsinə baxılır.

Birinci halda ətraf mühitin müxtəlif amillərinin, əmək, istehsal və sosial-iqtisadi proseslərin, yaşayış şəraitinin, zərərli vərdişlərin, irsiyyətin insan sağlamlığına təsirinin ehtimalı qiymətləndirilərək, profilaktik tədbirləri planlaşdırılır.

İkinci halda xəstələrdə patoloji simptomların, müxtəlif xəstəliklərdə və patoloji proseslərdə orqan və sistemlərin fəaliyyət nümunələrinin təhlilinə əsaslanaraq müalicə tədbirləri planlaşdırılır.

Proqnozlaşdırma zamanı məsələnin bir neçə həlli olur və həkim bütün mümkün ssenariləri qabaqcadan görməli, xəstənin vəziyyətinin necə dəyişə biləcəyini müəyyən etməlidir. Məsələn, müalicə aparılmazsa, bu və ya digər terapiya üsullarından istifadə edilərsə, dərman oxşarı ilə əvəz olunarsa və s. hallarda sağalma və yaxud ağırlaşmanın necə olacağını, riyazi dillə desək, ehtimalını bilmək vacibdir. Hər bir konkret vəziyyətdə xəstənin ümumi vəziyyəti, yaş

xüsusiyyətləri, yanaşı xəstəlikləri, irsi amilləri, pis vərdişləri, yaşayış şəraiti və digər amillər, başqa sözlə, bütün risk faktorları nəzərə alınmalıdır. Klinik praktikada hər bir konkret xəstə ilə bağlı ortaya çıxan bütün sualları sadalamaq, hər bir konkret vəziyyətdə xəstəliyin gedişatını müəyyən edən bütün amilləri nəzərə almaq daha çətindir. Həkim müxtəlif həllər arasından hər bir fərdi hal üçün nəticələrlə bağlı proqnoza əsaslanaraq ən uyğun variantı seçməlidir.

II. BAYES FORMULUNUN TƏTBIQI

Proqnozlaşdırma məsələlərində kifayət qədər müxtəlif spektri (süni intellekt, iqtisadi, maliyyə, mühəndislik, kriminalistika, psixologiya, marketing, biznes, kosmik tədqiqatlar) əhatə edən [2-4], geniş şəkildə tətbiq edilən, lakin tibbi araşdırmalarda nadir hallarda istifadə olunan Bayes statistikasına (Bayesian statistics) baxaq.

Məlumdur ki, ehtimal nəzəriyyəsində Bayes düsturu aşağıdakı kimidir [5, 6]:

$$P(A_k / B) = \frac{P(A_k)P(B / A_k)}{\sum_i P(A_i)P(B / A_i)} \quad (1)$$

Burada:

$P(A_k)$ – A_k hipotezinin aprior ehtimalı,

$P(A_k/B)$ – A_k hipotezinin B hadisəsi baş verməsi şərti ilə aposterior ehtimalı,

$P(B/A_i)$ – A_i hipotezi doğru olduqda B hadisəsinin baş verməsi ehtimalıdır.

Bayes düsturunu patoloji proseslərin proqnozlaşdırılmasında tətbiq edək.

Fərz edk ki, aşağıdakı mümkün xəstəliklərdən birini seçmək lazımdır:

$$A_1, A_2, \dots, A_k, \dots, A_l$$

Burada:

k – xəstəliyin nömrəsi,

l – mümkün xəstəliklərin ümumi sayıdır.

Eyni zamanda:

$$\sum_{k=1}^l A_k = 1$$

Xəstəliyi müəyyən etmək üçün aşağıdakı asılı olmayan simptomlara (əlamətlərə) baxacağıq:

$$x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_r$$

Burada:

j – simptomun nömrəsi,

r – simptomların ümumi sayıdır.

Hər bir simptom məhdud sayda qiymətlər və ya dərəcələr ala bilər. x_j simptomunun mümkün variantlarını x_j^i kimi işarə etsək, bu qiymətləri

$$x_j^1, x_j^2, \dots, x_j^i, \dots, x_j^m$$

kimi nömrələyə bilirik. Burada:

i – j simptomunun nömrəsi,

m – j simptomunun qiymətlərinin maksimal sayıdır.

Yuxarıda göstərdiyimiz işarələmələri (1) düsturunda nəzərə alsaq, Bayes düsturunu aşağıdakı kimi yazı bilirik:

$$P(A_k / x_j^i) = \frac{P(A_k)P(x_j^i / A_k)}{\sum_k P(A_k)P(x_j^i / A_k)} \quad (2)$$

Burada:

$P(A_k)$ – A_k xəstəliyinin aprior ehtimalı, $k=1,2,\dots,l$;
 $\sum P(A_k) = 1$;

$P(x_j^i / A_k)$ – x_j simptomunun A_k xəstəliyi zamanı müşahidə edilən x_j^i dərəcələrinin aprior ehtimalı,

$P(A_k / x_j^i)$ – x_j simptomunun x_j^i dərəcələri müşahidə edilən zaman A_k xəstəliyinin aposterior ehtimalıdır.

(2) düsturu Bayes statistikasının digər proqnozlaşdırma metodlarından üstünlüyünü aşkar şəkildə ifadə edir. Belə ki, Bayes statistikasını tədqiqatçılara əvvəlki bilikləri nəzərə almağa və müşahidə edilən empirik məlumatlar əsasında baş verəcək xəstəlik, ağırlaşma və ya sağalma haqqında daha dəqiq qərar qəbul etməyə imkan verir. Bu metodun daha bir üstünlüyü məhdud sayda daha çox amilin nəzərə alınmasının mümkünlüyüdür.

Uzun müddətli müşahidələrlə toplanan məlumatlar əsasında hər-hansı patoloji prosesin rastgəlmə tezliyi, həmçinin, bu patoloji proses zamanı müəyyən edilən simptomlar və onların dərəcələrinin rastgəlmə tezlikləri (aprior ehtimallar) əvvəlcədən məlum olur. Konkret xəstədə həmin simptomların olub-olmamasından və onların dərəcələrindən (və ya qiymətlərindən) asılı olaraq Bayes düsturu vasitəsi ilə hər bir xəstə üçün ağırlaşma və ya

sağalmanın ehtimalını hesablamaq və müvafiq qərar qəbul etmək mümkündür.

Məlum olduğu kimi, hər-hansı bir patoloji prosesin baş verməsində müəyyən etioloji amillər mühüm rol oynayır ki, bunlar da həmin patologiyanın risk faktorları adlanır. Bu faktorların tədqiq edilən patologiyanın inkişafında rolunu, yerini və xüsusi çəkisini bilmədən baş verə biləcək patoloji prosesin proqnozlaşdırılması mümkün deyil.

Beləliklə, hər-hansı patoloji halın və ya sağalmanın Bayes düsturu vasitəsi ilə proqnozlaşdırılması aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilə bilər.

1. Retrospektiv məlumatlara əsasən patoloji hal zamanı müşahidə edilən bütün simptomlar qeyd edilir.

2. Həmin simptomlar arasından patoloji hala əyənmiyyətli dərəcədə təsir edənləri, başqa sözlə, risk faktorları müəyyən edilir. Bu zaman digər ehtimal-statistik metodlardan, xüsusilə Pirsnonun χ^2 (xi-kvadrat) meyarından istifadə edilir.

3. Empirik məlumatlara əsasən konkret hallarda hər bir risk faktorunun rastgəlmə tezlikləri, yəni aprior ehtimalları hesablanır.

4. Alınmış nəticələrə əsasən proqnostik cədvəl tərtib edilir (cədvəl 1).

5. Cədvəldəki qiymətlər (2) düsturunda nəzərə alınmaqla gözlənilən patoloji halın və ya sağalmanın aposterior ehtimalı hesablanır:

$$P(A_1 / x_1^1, x_2^1, \dots, x_r^1) = \frac{P(A_1) \prod_j P(x_j^1 / A_1)}{\sum_k P(A_k) P(x_1^1 / A_k) P(x_2^1 / A_k) \dots P(x_r^1 / A_k)} \quad (3.1)$$

$$P(A_l / x_1^m, x_2^m, \dots, x_r^m) = \frac{P(A_l) \prod_j P(x_j^m / A_l)}{\sum_k P(A_k) P(x_1^m / A_k) P(x_2^m / A_k) \dots P(x_r^m / A_k)} \quad (3.m)$$

6. (3.1), ..., (3.m) nəticələrinə əsasən müvafiq qərar qəbul edilir.

Yuxarıdakı düsturlar ilk baxışdan mürəkkəb görünə bilər. Lakin müasir hesablama texnologiyalarının inkişaf səviyyəsi bu düsturlardakı hesablamaları bir neçə saniyə ərzində yerinə yetirməyə imkan verir.

Bizim tərəfimizdən təbabətin müxtəlif istiqamətlərində – neyrocərrahiyyə, mədə-bağırsaq cərrahiyyəsi, onkoloji xəstəliklərdə Bayes statistikasından istifadə etməklə müxtəlif patoloji halların baş verməsinin, gedişatının proqnozlaşdırılması və qiymətləndirilməsi məsələlərində müvəffəqiyyətli tətbiq edilmişdir [7-10]. Proqnostik modelin alqoritm və hesablamlar MS Excel proqramında həyata keçirilmişdir.

CƏDVƏL 1. RISK FAKTORLARININ PROQNOSTİK CƏDVƏLİ

Nö	Risk faktorları (x_j)	Faktorların dərəcələri (x_j^i)	$P(x_j^i / A_1)$	...	$P(x_j^i / A_2)$
1	x_1	x_1^i	$P(x_1^i / A_1)$		$P(x_1^i / A_2)$
2	x_2	x_2^i	$P(x_2^i / A_1)$		$P(x_2^i / A_2)$
...	...	...	...	...	...
r	x_r	x_r^i	$P(x_r^i / A_1)$		$P(x_r^i / A_2)$

Bir nümunə üzərində Bayes düsturunun tətbiqinə baxaq.

Qarın boşluğu orqanları üzərində aparılan əməliyyatlardan sonra yaraların irinləməsinin (ƏSYİ) risk faktorları tədqiq edilmişdir [8]. Bu məqsədlə 200 xəstənin müayinələrinin nəticələri təhlil edilmişdir.

Tədqiqatda 2 hala baxılmışdır ($k=2$):

A_1 – əməliyyatdan sonra ƏSYİ baş verməsi,

A_2 – əməliyyatdan sonra ƏSYİ baş verməməsi.

ƏSYİ baş vermiş xəstələrin sayı 42, ƏSYİ baş verməmiş xəstələrin sayı 158 olmuşdur. Bu halların aprior ehtimalları:

$$P(A_1) = 42/200 = 0,21; P(A_2) = 158/200 = 0,79$$

Empirik verilənlərə görə 20-yə yaxın simptomtədqiq edilmiş, bunlardan əməliyyatdan sonra ƏSYİ baş verməsinə əhəmiyyətli təsir edən 11 faktor seçilmişdir:

1. Xəstənin cinsi
2. Xəstənin yaşı
3. Əməliyyatın sayı
4. Yanaşı gedən xəstəliklərin mövcudluğu
5. Xəstədə piylənmə
6. Hospitalizasiyanın növü (xəstə daxil olandan əməliyyatın başlanmasına qədər olan müddət)
7. Əməliyyatın vaxtı (fəsil)
8. Xəstədə şəkərli diabetin mövcudluğu
9. Xəstənin immuniteti
10. Xəstənin qan qrupu
11. Əməliyyatın təmizlik dərəcəsi

Növbəti mərhələdə hər bir faktorun dərəcələri araşdırılmışdır. Nəticələr ümumiləşdirilərək əhəmiyyətli risk faktorlarını öxündə birləşdirən vahid proqnostik cədvəl tərtib edilmişdir.

$P(A_1) = 0,21$; $P(A_2) = 0,79$ olduğunu və cədvəl 2-ni nəzərə alsaq, (3.1) - (3.m) düsturlarını aşağıdakı kimi yaza bilərik:

$$P(A_1 / x_1^i, x_2^i, \dots, x_{11}^i) = \frac{0,21 \cdot \prod_j P(x_j^i / A_1)}{0,21 \cdot \prod_j P(x_j^i / A_1) + 0,79 \cdot \prod_j P(x_j^i / A_2)} \quad (4.1)$$

$$P(A_2 / x_1^i, x_2^i, \dots, x_{11}^i) = \frac{0,79 \cdot \prod_j P(x_j^i / A_2)}{0,21 \cdot \prod_j P(x_j^i / A_1) + 0,79 \cdot \prod_j P(x_j^i / A_2)} \quad (4.2)$$

(4.1) və (4.2) düsturlarında (x_j^i) – faktorların dərəcələridir.

$P(x_j^i / A_1)$ və $P(x_j^i / A_2)$ aprior ehtimallarının qiymətləri cədvəl 2-də verilmişdir.

CƏDVƏL 2. ƏSYİ BAŞ VERMƏSİNİN RISK FAKTORLARININ PROQNOSTİK CƏDVƏLİ

Nö	Risk faktorları (x_j)	Faktorların dərəcələri (x_j^i)	$P(x_j^i / A_1)$	$P(x_j^i / A_2)$
1.	Xəstənin cinsi	Kişi	0,357	0,601
		Qadın	0,643	0,399
2.	Xəstənin yaşı	50 yaşa qədər	0,476	0,722
		50 yaşdan yuxarı	0,524	0,278
3.	Əməliyyatın sayı	İlkin	0,690	0,905
		Təkrar	0,310	0,095
4.	Yanaşı xəstəlik	Var	0,524	0,266
		Yoxdur	0,476	0,734
5.	Piylənmə	Var	0,619	0,222
		Yoxdur	0,381	0,778
6.	Əməliyyatın növü	Təcili	0,452	0,190
		Planlı	0,548	0,810
7.	Fəsil	Qış	0,048	0,272
		Yaz	0,548	0,241
		Yay	0,262	0,184
		Payız	0,143	0,304
8.	Şəkərli diabet	Var	0,17	0,04
		Yoxdur	0,83	0,96
9.	Xəstənin immunitet vəziyyəti	Azalıb	0,262	0,070
		Azalmayıb	0,738	0,930
10.	Xəstənin qan qrupu	0 (I)	0,7857	0,082
		A (II)	0,1667	0,342
		B (III)	0,0476	0,411
		AB (0)	0,0000	0,165
11.	Əməliyyatın təmizlik dərəcəsi	Təmiz/ nisbi təmiz	0,071	0,557
		İnfeksiyalaşmış və çirkli	0,929	0,443

Misal. Xəstə M.F., qadın, 54 yaşda. İlkin əlamətlər nəzərə alınaraq (4.1) və (4.2) düsturlarına əsasən $P(A_1 / x_1^i, x_2^i, \dots, x_{11}^i) = 0,871$ və $P(A_2 / x_1^i, x_2^i, \dots, x_{11}^i) = 0,129$ alınmışdır. Yəni ƏSYİ baş verməsi ehtimalı kifayət qədər

yüksək (87,1 %) olmuşdur. Əməliyyatdan sonra yarada irinləmə baş vermişdir. Zəruri müalicə almiş, müvafiq preparatlar təyin olunmuş, yara ikincili sağalmışdır.

NƏTİCƏLƏR

1. Bayes statistikasını tədqiqatçılara əvvəlki bilikləri nəzərə almaqla müşahidə edilən empirik məlumatlar əsasında baş verəcək xəstəlik, ağırlaşma və ya sağalma haqqında daha dəqiq qərar qəbul etməyə imkan verir.

2. Bayes statistikasını məhdud sayda daha çox amilin nəzərə alınmasını təmin edir.

3. Bayes statistikasının tətbiqi nəticəsində həkimlər, gözlənilən patologiyaların qarşısını almaq üçün əvvəlcədən zəruri profilaktik tədbirlər görmək imkanı qazanır.

İSTİNADLAR

- [1] Тарасова, С.А. Прогнозирование в клинической медицине / С.А. Тарасова // Инновации в науке: сб. ст. по матер. XXX междунар. науч.-практ. конф. Часть II. - Новосибирск: СибАК, 2014. - С.57-60.
- [2] Рустамов Я.И., Эфендиев Г.Д. Построение прогностической модели безотказной работы субартезианских скважин // Вестник ХНТУ, Херсон, 2015, № 3 (54), с. 179-183

- [3] Rustamov Y.I., Afandiyev G.J. Constructing forecasting model of no-failure operation of pump stations // Springer, 24.08.2016, pp. 1053-1059
- [4] Шаров В.Д. Применение байесовского подхода для уточнения вероятностей событий в автоматизированной системе прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий. Управление большими системами, 2013, № 43, с. 240-253.
- [5] Гмурман В.Е. (2010). Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высшее образование.
- [6] Гублер Е.В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. Л: Медицина 1978; 296с.
- [7] Эфендиев Г.Д., Халилзаде Р.С., Гасанов Р.С. Анализ факторов, влияющих на исходы хирургического лечения геморрагических инсультов. Аз. Мед. Журнал, Баку, 2003, 4, с. 71-74
- [8] Q.C.Əfəndiyev, R.Cəfərli, A.Fərzəliyev. Əməliyyatdan sonrakı ventral yaraların irinləməsinin proqnozlaşdırılması // Azərbaycan təbabətinin müasir nailiyyətləri jurnalı №2, 2017, s. 97-103
- [9] Эфендиев Г.Д., Гулиев Ф.А., Казымов А.Т., Алиев А.Р. Математическая модель прогнозирования экстракапсулярной экстензии у пациентов предстательной железы // Онкологический журнал ОО «Белорусское общество онкологов», Т.11, №4(44), 2017, с. 65-71
- [10] Эфендиев Г.Д., Рустамов Я.И., Талыбова Н.Г. Оценка эффективности прогностических моделей с применением формулы Байеса // Вестник Херсонский национальный технический университет (ХНТУ), № 3(62), 2017, Том 2. с. 245-248