

ОБМІН ДОСВІДОМ

УДК 004:519.22/.25:61(07.07):371.26

©П. Р. Сельський

ДВНЗ “Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського”

**ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ROC-АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ УСПІШНОСТІ З
 ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ МЕДИЧНИХ ДИСЦИПЛІН В ЯКОСТІ МАРКЕРІВ ВИЗНАЧЕННЯ ГРУП РИЗИКУ
 ПРИ СКЛАДАННІ ЛІЦЕНЗІЙНОГО ІНТЕГРОВАНОГО ІСПИТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ
 ПІДГОТОВКИ ЛІКАРІВ**

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ROC-АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ УСПІШНОСТІ З ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ МЕДИЧНИХ ДИСЦИПЛІН В ЯКОСТІ МАРКЕРІВ ВИЗНАЧЕННЯ ГРУП РИЗИКУ ПРИ СКЛАДАННІ ЛІЦЕНЗІЙНОГО ІНТЕГРОВАНОГО ІСПИТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ЛІКАРІВ – У статті розкрито досвід впровадження новітніх освітніх оцінювань при складанні фундаментальних медичних дисциплін у ДВНЗ “Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського”. Обґрунтовано використання ROC-аналізу для визначення груп ризику при складанні ліцензійного інтегрованого іспиту “Крок” з метою підвищення якості підготовки фахівців на додипломному етапі. Показано ефективність використання інноваційних інформаційних методик для динамічних змін у системі управління навчальним процесом.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ROC-АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ МЕДИЦИНСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ В КАЧЕСТВЕ МАРКЕРОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУПП РИСКА ПРИ СДАЧИ ЛИЦЕНЗИОННОГО ИНТЕГРИРОВАННОГО ЭКЗАМЕНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ВРАЧЕЙ – В статье раскрыт опыт внедрения новейших образовательных методик оценивания при преподавании фундаментальных медицинских дисциплин в ГБУЗ “Тернопольский государственный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского”. Обосновано использование ROC-анализа для определения групп риска при составлении лицензионного интегрированного экзамена “Крок” с целью повышения качества подготовки специалистов. Показана эффективность использования инновационных информационных методик для динамических изменений в системе управления учебным процессом.

JUSTIFICATION OF ROC-ANALYSIS USAGE FOR THE INDICATORS OF PROGRESS IN FUNDAMENTAL MEDICAL DISCIPLINES AS MARKERS OF RISK GROUP IDENTIFICATION DURING INTEGRATED LICENSING EXAMINATION TO IMPROVE THE QUALITY OF EDUCATION FOR FUTURE PHYSICIANS – The article describes the experience of introduction of new educational evaluation in teaching basic medical sciences at the SHEI “I.Ya. Horbachevsky Ternopil State Medical University”. The application of ROC-analysis to identify high-risk groups during an integrated licensing examination “Step” (“Krok”) to improve the quality of training at the undergraduate stage was justified. The efficiency of the use of innovative information techniques for dynamic changes in the learning management system was shown.

Ключові слова: інноваційні методики, ROC-аналіз, незалежне тестування.

Ключевые слова: инновационные методики, ROC-анализ, независимое тестирование.

Key words: innovative methods, ROC-analysis, independent assessment.

ВСТУП Упровадження новітніх технологій у медичній освіті вимагає нового підходу і до систем оцінювання майбутніх лікарів [1, 2]. Активно впроваджуються в освітню практику методики комп'ютерного оцінювання знань та розробляються інструментальні

засоби комп'ютерних систем тестування [3, 4]. Основні тенденції наукових досліджень нових ефективних методик контролю знань спрямовані на оцінювання з використанням багатьох методів та конструктивного зворотного зв'язку [5, 6]. У центрі уваги багатьох науковців продовжує залишатися дослідження моделі оцінювання із використанням запитань з багатьма варіантами відповідей [7, 8].

Проте не до кінця вирішеною залишається розробка механізмів аналізу об'єктивності різних інструментів оцінювання та застосування його результатів для корекції навчальних методик. При цьому, важливим є застосування для аналізу результатів оцінювання ефективних інформаційних методик з метою динамічних змін у системі управління навчальним процесом.

Метою роботи було обґрунтувати використання результатів поточної та підсумкової успішності студентів-медиків із фундаментальних медичних дисциплін в якості маркерів включення до груп ризику при складанні ліцензійного інтегрованого іспиту “Крок” на основі ROC-аналізу.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ Для підсумкового модульного контролю з фундаментальних медичних дисциплін у формі комплексного семестрового тестового іспиту використовувалися запитання з багатьма варіантами відповідей у формі бланкових тестів та наступною автоматизованою обробкою результатів. Зазначену методику впроваджено в ДВНЗ “Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського” (ТДМУ) в ході педагогічного експерименту на підставі рішення МОЗ України від 01.06.2006 № 139. Для аналізу ефективності підготовки фахівців у ТДМУ проведено констатувальний етап дослідження шляхом аналізу поточної, підсумкової успішності та успішності на ліцензійному іспиті “Крок” 264 студентів-медиків III курсу за 2011/2012 навчальний рік (н.р.). Статистичну обробку матеріалу проводили з використанням пакета програм “Microsoft Excel” “Microsoft Office”, 2003).

З метою визначення груп ризику при складанні ліцензійного іспиту “Крок” використано аналіз за допомогою ROC-кривих. Дана методика була вперше використана в теорії обробки сигналів у США під час Другої світової війни для підвищення якості розпізнавання об'єктів противника за радіолокаційним сигналом [9]. Згодом широке застосування ROC-криві отримали і в медицині. Дана крива відома також як крива помилок. Аналіз класифікацій із застосуванням ROC-кривих називається ROC-аналізом. ROC-

крива (англ. receiver operating characteristic, операційна характеристика приймача) – графік, що дозволяє оцінити якість бінарної класифікації, та відображає співвідношення між часткою вірних позитивних класифікацій від загального числа позитивних класифікацій (англ. true positive rate – TPR) з часткою помилкових позитивних класифікацій від загального числа негативних класифікацій (англ. false positive rate – FPR) при варіюванні порогу вирішального правила. При цьому, TPR називають чутливістю (sensitivity) алгоритму класифікації, а FPR визначають як 1-специфічність (1-specificity). Відповідно, специфічність (specificity) алгоритму класифікації називають частку вірних негативних класифікацій (true negative rate – TNR) від загального числа негативних класифікацій. Інтерпретацію ROC дає показник AUC (англ. area under ROC curve, площа під ROC-кривою) – площа, обмежена ROC-кривою і віссю частки помилкових позитивних класифікацій. По суті, даний показник є мірою якості класифікатора [10, 11].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ Визначено 12 рівнів успішності від 30 до 85 сумарних балів (з кроком у 5 балів) за результатами поточної успішності та КСТІ із всіх модулів, які виносились на семестрове тестування в осінньому семестрі 2012/2013 н.р. На кожному рівні успішності (табл. 1) визначали TPR (чутливість) показників поточної успішності за формулою: $TPR = TP / TP + FN$, де TP (true positive) – кількість студентів, які набрали відповідну сумарну кількість балів та склали іспит “Крок-1”, FN (false negative) – кількість студентів, які не набрали даної кількості балів та склали іспит “Крок-1”.

TNR (специфічність) показників поточної успішності визначали за формулою: $TNR = TN / TN + FP$, де TN (true negative) – кількість студентів, які набрали відповідну сумарну кількість балів та не склали

іспит “Крок-1”, FP (false positive) – кількість студентів, які не набрали даної кількості балів та не склали іспит “Крок-1”.

На кожному рівні успішності (табл. 2) визначали TPR (чутливість) КСТІ за формулою: $TPR = TP / TP + FN$, де TP (true positive) – кількість студентів, що набрали відповідну сумарну кількість балів та склали іспит “Крок-1”, FN (false negative) – кількість студентів, що не набрали дану кількість балів та склали іспит “Крок-1”. TNR (специфічність) КСТІ визначали за формулою: $TNR = TN / TN + FP$, де TN (true negative) – кількість студентів, що набрали відповідну сумарну кількість балів та не склали іспит “Крок-1”, FP (false positive) – кількість студентів, які не набрали дану кількість балів та не склали іспит “Крок-1”.

Порівняльний аналіз кривих чутливості (рис. 1) виявив переважання показників чутливості за результатами тестування, порівняно із поточною успішністю, як маркерів включення до груп ризику при складанні ліцензійного інтегрованого іспиту “Крок” на всіх рівнях.

Порівняльний аналіз кривих специфічності (рис. 2) також виявив переважання даних показників за результатами тестування, порівняно із поточною успішністю, як маркерів включення до груп ризику при складанні ліцензійного інтегрованого іспиту “Крок” на більшості рівнів. Лише на рівні 75 балів дані показники не різнилися.

З метою набору масивів даних для побудови ROC-кривих проводили також визначення показників TPR (чутливість) та FPR (1-специфічність) за результатами тестування і поточної успішності студентів III курсу на зимовій сесії (табл. 3).

ROC-аналіз результатів поточної успішності та семестрового тестового іспиту в якості маркерів включення до груп ризику при складанні ліцензійного інтегрованого іспиту “Крок” (рис. 3) показав, що при

Таблиця 1. Порівняльний аналіз чутливості й специфічності показників поточної успішності в якості маркерів включення до груп ризику при складанні ліцензійного інтегрованого іспиту “Крок”

Поточна успішність (n=264)		Кількість студентів, які склали “Крок” (n=257)	Кількість студентів, які не склали “Крок” (n=7)	Чутливість	Специфічність
рівень успішності (сумарний бал)	кількість студентів				
≥30 (+)	264	257 (TP)	7 (FP)	0	0
<30 (-)	0	0 (FN)	0 (TN)		
≥35	264	257	7	0	0
<35	0	0	0		
≥40	264	257	7	0	0
<40	0	0	0		
≥45	264	257	7	0	0
<45	0	0	0		
≥50	264	257	7	0	0
<50	0	0	0		
≥55	264	257	7	0	0
<55	0	0	0		
≥60	262	255	7	0,01	0
<60	2	2	0		
≥65	256	250	6	0,02	0,14
<65	8	7	1		
≥70	223	221	2	0,14	0,71
<70	41	36	5		
≥75	176	175	1	0,32	0,86
<75	88	82	6		
≥80	111	111	0	0,57	1,0
<80	153	146	7		
≥85	55	55	0	0,79	1,0
<85	209	202	7		

Таблиця 2. Порівняльний аналіз чутливості й специфічності показників успішності на КСТІ в якості маркерів включення до груп ризику при складанні ліцензійного інтегрованого іспиту "Крок"

Успішність на КСТІ (n=264)		Кількість студентів, які склали (+) "Крок" (n=257)	Кількість студентів, які не склали (-) "Крок" (n=7)	Чутливість	Специфічність
рівень успішності (сумарна кількість балів)	кількість студентів				
≥30 (+)	252	246 (TP)	6 (FP)	0,96	0,14
<30 (-)	12	11 (FN)	1 (TN)		
≥35	247	244	4	0,95	0,43
<35	17	14	3		
≥40	240	237	4	0,92	0,43
<40	24	21	3		
≥45	233	230	3	0,89	0,57
<45	31	27	4		
≥50	229	226	3	0,88	0,57
<50	35	31	4		
≥55	221	219	2	0,85	0,71
<55	43	38	5		
≥60	203	202	1	0,79	0,86
<60	61	55	6		
≥65	186	185	1	0,72	0,86
<65	78	72	6		
≥70	171	170	1	0,66	0,86
<70	93	87	6		
≥75	141	140	1	0,54	0,86
<75	123	117	6		
≥80	117	116	1	0,45	0,86
<80	147	141	6		
≥85	97	97	0	0,38	1,00
<85	167	160	7		

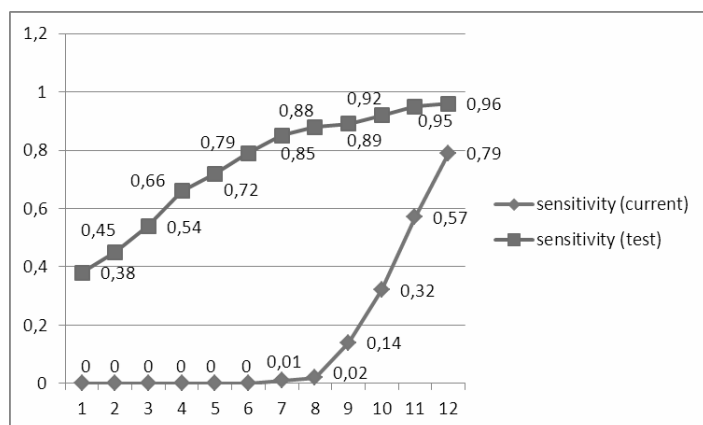


Рис. 1. Порівняльний аналіз показників чутливості за результатами тестування та поточної успішності як маркерів включення до груп ризику при складанні ліцензійного інтегрованого іспиту "Крок".

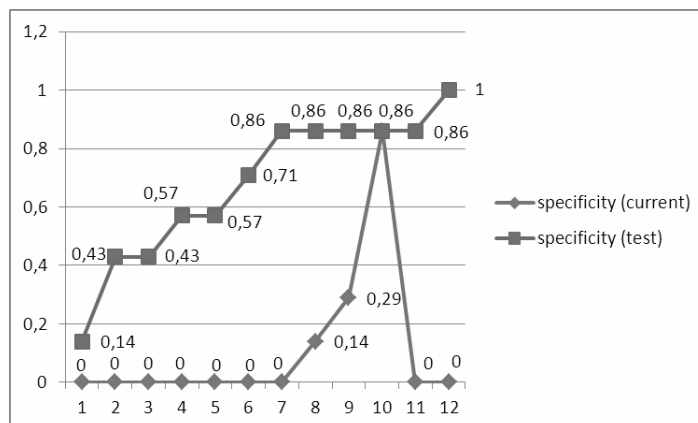


Рис. 2. Порівняльний аналіз показників специфічності за результатами тестування та поточної успішності як маркерів включення до груп ризику при складанні ліцензійного інтегрованого іспиту "Крок".

Таблиця 3. Показники TPR (чутливості) та FPR (1-специфічності) за результатами тестування та поточної успішності студентів III курсу на зимовій сесії

Рівень	Сумарний бал	Тестування		Поточна успішність	
		чутливість	1-специфічність	чутливість	1-специфічність
1	30	0,96	0,86	0	1,0
2	35	0,95	0,57	0	1,0
3	40	0,92	0,57	0	1,0
4	45	0,89	0,43	0	1,0
5	50	0,88	0,43	0	1,0
6	55	0,85	0,29	0	1,0
7	60	0,79	0,14	0,01	1,0
8	65	0,72	0,14	0,02	0,86
9	70	0,66	0,14	0,14	0,29
10	75	0,54	0,14	0,32	0,14
11	80	0,45	0,14	0,57	0,00
12	85	0,38	0,00	0,79	0,00

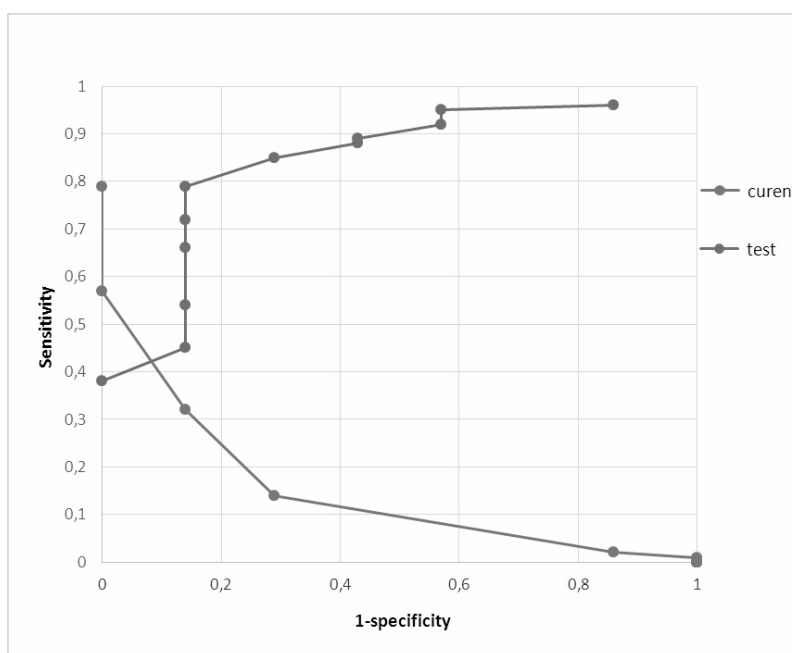


Рис. 3. ROC-аналіз результатів поточної успішності та семестрового тестового іспиту в якості маркерів включення до груп ризику при складанні ліцензійного інтегрованого іспиту "Крок".

великих значеннях специфічності результати поточного оцінювання та КСТІ є достатньо чутливими. При цьому, при малих значеннях специфічності чутливість поточного оцінювання прямує до нуля. Водночас, при малих значеннях специфічності за результатами КСТІ чутливість значно вища.

ВИСНОВКИ Запропонований метод прогнозування результатів іспиту "Крок" на основі комплексного аналізу показників поточної успішності та результатів КСТІ шляхом аналізу ROC-кривих допоможе покращити підготовку лікарів на додипломному етапі.

З'ясовано, що більш специфічними та чутливими в якості маркерів включення до груп ризику є показники тестування підсумкових модулів.

При прогнозуванні результатів іспиту "Крок-1" та визначенні групи ризику із числа студентів з низькою успішністю в якості маркерів доцільніше використовувати показники КСТІ. При складанні прогнозу в групах із високою успішністю ефективним є комплексний аналіз показників тестування та поточної успішності.

Подальші дослідження використання інноваційних інформаційних методик з метою динамічних змін у системі управління навчальним процесом суттєво покращать якість підготовки висококваліфікованих спеціалістів на додипломному етапі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Раковський Х. В. Інформаційні системи та технології у вищій школі: короткий курс, адаптований до технологій навчання : навч. посібник / Х. В. Раковський, К. О. Метешкін. – Х. : ХУПС, 2009. – 152 с.
2. Schuwirth L. W. Different written assessment methods : what can be said about their strengths and weaknesses? / L. W. Schuwirth, C. P. van der Vleuten // Med. Educ. – 2004 – № 38. – Р. 974–983.
3. Girosi F. Extrapolating Evidence of Health Information Technology Savings and Costs / F. Girosi, R. Meili, R. Scoville // RAND Corporation, MG-410-HLTH. – 2005 [Електронний ресурс] / Режим доступу до сайту : <http://www.rand.org/publications/MG/MG410>.
4. Розробка тестів для дистанційних курсів : методичний посібник / М. П. Боцула, І. Н. Дудар, В. В. Швец, Я. І. Яцолт. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 88 с.

5. Колеснікова Н. В. Система демонстрації програм та контролю знань в інтегрованому середовищі вивчення курсу "Основи алгоритмізації та програмування" / Н. В. Колеснікова, А. В. Надєєва // Інформаційні технології в освіті. – 2009. – № 1. – С. 31–40.
6. Банчук М. В. Сучасний розвиток вищої медичної та фармацевтичної освіти й проблемні питання забезпечення якісної підготовки лікарів і провізорів / М. В. Банчук, О. П. Волосовець, І. І. Фещенко // Медична освіта. – 2007. – № 2. – С. 5–13.
7. Wass V. Standardized or real patients to test clinical competence? The long case revisited / V. Wass, R. Jones, C. Van der Vleuten // Med. Educ. – 2001. – Vol. 35. – P. 321–325.
8. Марценюк В. П. Аналіз складності алгоритму автоматизованого проектування тест-білетів в інформаційній системі перевірки знань в медичній освіті / В. П. Марценюк, А. В. Семенець // International Workshop "Problems of Decision Making under Uncertainties (PDMU-2010)", May 17-21, 2010, Abstracts. – Lviv, 2010. – P. 64–65.
9. Signal detection theory and psychophysics. – New York, NY: John Wiley and Sons Inc., 1966.
10. Hanley J. A. Sampling variability of nonparametric estimates of the areas under receiver operating characteristic curves: an update / J. A. Hanley, K. O. Hajian-Tilaki // Academic Radiology. – 1997. – Vol. 4. – P. 49–58.
11. Сельський П. Р. Результати дослідження показників гемодинаміки в якості маркерів включення до груп ризику розвитку ускладнень у хворих з гіпертензією: аналіз на основі ROC-кривої / П. Р. Сельський // Медична інформатика та інженерія. – 2013. – № 3. – С. 28–34.

Отримано 26.02.15