

УДК 616.131-005.6

DOI: <http://doi.org/10.31928/2664-4479-2024.4.6167>

Оптимізація стратифікації ризику несприятливого найближчого прогнозу у хворих із високим ризиком тромбоемболії легеневої артерії

В.Й. Целуйко, Л.М. Яковлева, Н.Є. Міщук, М.В. Курінна, Л.В. Харченко

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Мета роботи – розробити та перевірити шкалу додаткового ризику ранньої смерті в пацієнтів із високим ризиком тромбоемболії легеневої артерії (ТЕЛА).

Матеріали і методи. На I етапі дослідження було розроблено формулу додаткової стратифікації ризику ранньої смерті хворих із високим ризиком ТЕЛА. За допомогою ROC-аналізу встановлено, що чутливість отриманої прогностичної формули становить 64,0 %; специфічність – 92,1 %. На основі формули було запропоновано шкалу SBAFS (S – сатурація, B – біфуркація, A – артеріальна гіпотензія, F – фракція викиду, S – жіноча стать).

Надалі для перевірки запропонованої шкали та формули II етап дослідження був проведений на багатоцентровій когорті (8 центрів України, які надавали інформацію щодо пацієнтів із високим ризиком ТЕЛА, госпіталізованих за період з 01.2023 до 12.2023 року). На цьому етапі було залучено 75 пацієнтів із високим ризиком ТЕЛА, середній вік становив $(60,60 \pm 13,40)$ року, чоловіків було 38 (50,7 %), жінок – 37 (49,3 %). I групу становили 65 (80 %) пацієнтів, які були виписані зі стаціонару з поліпшенням, II групу – 15 (20 %) хворих, які померли під час госпіталізації з приводу гострого епізоду ТЕЛА. Проаналізовано клініко-анамнестичні, лабораторно-інструментальні показники, проведено статистичний аналіз даних.

Результати та обговорення. Встановлено, що у II групі статистично значущо більшими, ніж у I групі, були не тільки середнє значення показника Y: відповідно $(0,785 \pm 0,250)$ та $(0,306 \pm 0,330)$, $p=0,00002$, але і частка пацієнтів зі значенням показника $Y > 0,5$: 13 (86,7 %) та 16 (26,7 %) відповідно, $p=0,00001$. З метою перевірки чутливості та специфічності формули ми провели ROC-аналіз II етапу нашого дослідження: чутливість отриманої прогностичної формули становить 93,3 %; специфічність 74,6 %, що підтверджує результати I етапу. Під час перевірки запропонованої нами шкали SBAFS також встановлено, що у хворих II групи середній бал за шкалою становив $(2,53 \pm 0,83)$ та був вищим, ніж у I групі – $(1,57 \pm 0,96)$, $p=0,0006$.

Висновки. Основними чинниками, пов'язаними з ризиком госпітальної смерті у хворих із високим ризиком ТЕЛА, є зниження сатурації кисню, локалізація тромбу в біфуркації легеневих артерій за даними мультиспіральної комп'ютерної томографічної ангіографії легеневих артерій, артеріальна гіпотензія, жіноча стать та зниження фракції викиду лівого шлуночка за даними ехокардіографії. Запропонована раніше шкала ризику SBAFS підтвердила своє значення під час перевірки із залученням кардіологів України з 8 регіонів – чутливість 93 %, специфічність 75 %. Було підтверджено, що можна використовувати спрощену оцінку ризику ранньої смерті хворих із високим ризиком ТЕЛА за сумою балів, оскільки цей показник у померлих був статистично значущо вищим – відповідно 2,5 і 1,6 ($p=0,0006$).

Ключові слова: тромбоемболія легеневої артерії високого ризику, додатковий ризик, формула стратифікації ризику госпітальної смертності.

Целуйко Віра Йосипівна, д. мед. н., проф., зав. кафедри кардіології, лабораторної та функціональної діагностики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
ORCID ID: 0009-0006-0278-4832
E-mail: viratseluyko@ukr.net

Стаття надійшла до редакції 3 липня 2024 р.

Tseluyko Vira, MD, PhD, Prof., Head of the Department of cardiology, laboratory and functional diagnostics, medical faculty, V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
ORCID ID: 0009-0006-0278-4832
E mail: viratseluyko@ukr.net

Received on 03.07.2024

Тромбоемболія легеневої артерії (ТЕЛА) є однією з найактуальніших проблем сучасної кардіології, що пов'язано з високою поширеністю та несприятливим прогнозом як в госпітальний, так і відтермінований періоди [1, 2, 10]. Велика кількість факторів ризику, наявність супутньої патології сприяють значній варіабельності як перебігу, так і наслідків ТЕЛА [3, 6]. З огляду на це сучасні рекомендації пропонують проводити стратифікацію ризику ТЕЛА з урахуванням передбачуваної ранньої смерті [1, 6]. При цьому високий ризик ТЕЛА, з найвищим ризиком тридцятиденної смерті, що прогнозується, визначають не тільки розмір чи локалізація тромбу, а насамперед гемодинамічні наслідки, які спостерігаються у хворого та пов'язані з додатковими чинниками, зокрема порушеннями мікроциркуляції, вазоспазмом, набряком, запаленням тощо [12]. На сьогодні до високого ризику несприятливого перебігу відносять хворих на ТЕЛА з гемодинамічною нестабільністю, критеріями якої є зупинка серця з необхідністю проведення серцево-легеневої реанімації, або наявність обструктивного шоку, або гіпотензія тривалістю понад 15 хв зі зниженням систолічного артеріального тиску (САТ) менше ніж 90 мм рт. ст., або падіння САТ на 40 мм рт. ст. від вихідного рівня без явних причин [1]. Згідно з даними літератури летальність серед пацієнтів із високим ризиком становить 25,4–70 % [10, 11]. Наразі залишається недостатньо вивченим питання щодо додаткових клініко-інструментальних чинників, які можуть бути пов'язані зі смертю в стаціонарі хворих із високим ризиком ТЕЛА.

Мета дослідження – розробити та перевірити шкалу додаткового ризику ранньої смерті у пацієнтів із високим ризиком тромбоемболії легеневої артерії.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

На I етапі нашого дослідження було проведено ретроспективний аналіз історій хвороби 113 пацієнтів із високим ризиком ТЕЛА, які були послідовно госпіталізовані до КНП «Міська клінічна лікарня № 8» Харківської міської ради за період з 1 січня 2017 року до 1 січня 2023 року. Верифікація діагнозу ТЕЛА була проведена за результатами мультиспіральної комп'ютерної томографічної ангіографії (МСКТ-ангіографії) легеневих артерій (ЛА) та/або за даними автопсії, а оцінка ризику була проведена відповідно до

Європейських рекомендацій з лікування хворих на ТЕЛА (2019) [1].

За перебігом захворювання хворих із високим ризиком ТЕЛА було поділено на 2 групи: I група – 63 (55,8 %) пацієнти, у яких відбулося покращення та яких було виписано зі стаціонару, II група – 50 (44,2 %) пацієнтів, які померли в період з 1-ї до 14-ї доби стаціонарного лікування.

За результатами уні- та мультиваріантного лог-регресійного аналізу встановлено статистично значущу та незалежну асоціацію між показником госпітальної летальності у хворих із високим ризиком ТЕЛА та наявністю тромбу в місці біфуркації ЛА ($p=0,015$), жіночою статтю ($p=0,0048$), зворотну незалежну асоціацію цього показника з рівнем САТ ($p=0,0008$), насиченням крові киснем (SpO_2) ($p=0,0014$) та фракцією викиду (ФВ) лівого шлуночка (ЛШ) ($p=0,01$). З метою визначення граничного рівня змінних показників, пов'язаного з ризиком смерті, було проведено ROC-аналіз, результати якого свідчать що, критичними є SpO_2 менше ніж 78 %, (чутливість – 54,0 %, специфічність – 87,3 %, $p<0,0001$), артеріальна гіпотензія за рівнем САТ – нижче 80 мм рт. ст. (чутливість – 84,0 %, специфічність – 54,7 %, $p<0,0001$), ФВ ЛШ за даними ехокардіографії (ЕхоКГ) – менше ніж 52 % (чутливість – 66,0 %, специфічність – 82,5 %, $p<0,0001$).

Надалі на підставі отриманих результатів було розроблено формулу додаткової стратифікації ризику ранньої смерті у хворих із високим ризиком ТЕЛА:

$$Y = (\exp(17,47 - 0,11 \times SpO_2 + 1,58 \times \text{локалізація тромбу у біфуркації ЛА} - 0,09 \times \text{САТ} + 1,66 \times \text{стать} - 0,08 \times \text{ФВ ЛШ})) / (1 + \exp(17,47 - 0,11 \times SpO_2 + 1,58 \times \text{локалізація тромбу у біфуркації ЛА} - 0,09 \times \text{САТ} + 1,66 \times \text{стать} - 0,08 \times \text{ФВ ЛШ})).$$

Розрахунок індивідуального прогнозу у хворих із високим ризиком ТЕЛА показав, що додатковий ризик ранньої смерті вищий, якщо значення $Y > 0,5$, та не збільшується при значенні $Y < 0,5$.

За допомогою ROC-аналізу встановлено, що чутливість отриманої прогностичної формули становить 64,0 %; специфічність 92,1 % (площа під ROC-кривою 0,7861; 95 % ДІ 0,784–0,93, $p<0,0001$).

На підставі опрацювання та перевірки формули було запропоновано шкалу SBAFS (S – сатурація, B – біфуркація, A – артеріальна гіпотензія, F – фракція викиду, S – жіноча стать) для розрахунку додаткового ризику госпітальної смерті у хворих із високим ризиком ТЕЛА (табл. 1). Результати I етапу нашого дослідження були опубліковані в серії робіт [8].

Таблиця 1

Шкала для визначення додаткового ризику смерті у хворих із високим ризиком тромбоемболії легеневої артерії (SBAFS)

Показник	Бали
SpO ₂ < 78 %	1
Локалізація тромбу в місці біфуркації ЛА (1 – є, 0 – немає)	0 або 1
CAT < 80 мм рт. ст.	1
Стать (1 – жіноча, 0 – чоловіча)	0 або 1
ФВ ЛШ < 52 %	1

Якщо сума балів становить понад ≥ 2 , хворий із високим ризиком тромбоемболії легеневої артерії має високий додатковий ризик госпітальної смерті. SpO₂ – насичення крові киснем.

Оскільки будь-яка теорія, шкала чи формула потребують ретельної перевірки, ми спланували II етап дослідження, який був проведений у багаточисельній когорті (8 додаткових центрів із Києва, Сум, Кременчука, Полтави, Миколаєва, Дніпра та Харкова). Центри надавали інформацію щодо пацієнтів із високим ризиком ТЕЛА, які перебували на лікуванні у період з 01.2023 до 12.2023 рік.

Загалом на II етапі роботи було залучено 75 пацієнтів із високим ризиком ТЕЛА, середній вік яких становив (60,60 \pm 13,40) року, чоловіків було 38 (50,7 %), жінок – 37 (49,3 %). I групу становили 65 (80 %) пацієнтів, які були виписані зі стаціонару з поліпшенням стану, II групу – 15 (20 %) хворих, які померли під час госпіталізації з приводу гострого епізоду ТЕЛА (табл. 2). При аналізі даних, які були отримані на II етапі дослідження, встановлено, що частка пацієнтів на ТЕЛА високого ризику, які померли у стаціонарі була нижчою, ніж відповідний показник на I етапі, що може бути пояснене особливостями вибірки, в тому числі локальними особливостями логістики щодо надання допомоги при ТЕЛА.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика пацієнтів із високим ризиком тромбоемболії легеневої артерії залежно від прогнозу (II етап дослідження)

Показник	Всі хворі з високим ризиком ТЕЛА (n=75)	I група (n=60)	II група (n=15)	M-U, p
Вік (M \pm σ), роки	60,60 \pm 13,40	59,67 \pm 13,61	64,44 \pm 12,64	0,162
Чоловіча стать, n (%)	38 (50,7)	31 (51,7)	7 (46,7)	0,954
Жіноча стать, n (%)	37 (49,3)	29 (48,3)	8 (53,3)	

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали за допомогою пакета статистичних програм Statistica 10.0 (StatSoft Inc, США), Microsoft Office Excel 2013. Оскільки при попередньому аналізі кількісних ознак відхилень від нормального розподілу не виявлено, вони представлені у вигляді середнє \pm стандартне відхилення (M \pm σ), для порівняння середніх двох вибірок використовували Mann – Whitney U-test. Відмінності вважали статистично значущими при p<0,05. Використовували уні- та мультіваріантний лог-регресійний аналіз для визначення показників, що є предикторами комбінованої клінічної кінцевої точки. Оцінювали β -коефіцієнт, стандартну помилку, відношення шансів (ВШ), 95 % довірчого інтервалу (ДІ) для кожного фактора. Дискримінацію оцінювали за площею під кривою приймально-робочої характеристики (AUC).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

При аналізі інформації, яку нам надавали 8 центрів України, що лікують хворих із високим ризиком ТЕЛА, ми оцінювали саме ті показники, які введені в запропоновану нами шкалу SBAFS (табл. 3).

Як і на I етапі нашого дослідження, на II етапі серед померлих із високим ризиком ТЕЛА (II група) статистично значущо нижчими ніж у I групі були середні значення показників САТ, ФВ ЛШ за даними ЕхоКГ та SpO₂. У II групі статистично значущо більшою ніж у I групі була частка пацієнтів із SpO₂ < 78 %.

При перевірці виведеної нами на I етапі дослідження формули встановлено, що у II групі статистично значущо вищим ніж у I групі було не тільки середнє значення показника Y: відповідно (0,785 \pm 0,250) та (0,306 \pm 0,330), p=0,00002, але і частка пацієнтів зі значенням показника Y>0,5: 13 (86,7 %) та 16 (26,7 %) відповідно, p=0,00001, що

Таблиця 3

Показники шкали SBAFS у пацієнтів із високим ризиком тромбоемболії легеневої артерії залежно від прогнозу (II етап дослідження)

Показник	Всі хворі з високим ризиком ТЕЛА (n=75)	I група (n=60)	II група (n=15)	M-U, p
Жіноча стать, n (%)	37 (49,3)	29 (48,3)	8 (53,3)	0,954
SpO ₂ , (M±σ) %	82,92±9,73	85,02±7,18	74,21±13,75	0,003
SpO ₂ < 78 %, n (%)	15 (20)	8 (13,3)	7 (46,7)	0,01
CAT (M±σ), мм рт. ст.	86,83±20,58	89,53±18,77	76,00±24,44	0,011
CAT < 80 мм рт. ст., n (%)	18 (24,0)	12 (20,0)	6 (40,0)	0,199
ФВ ЛШ за даними ЕхоКГ, (M±σ) %	54,27±11,02	56,24±9,71	43,73±12,08	0,002
ФВ ЛШ < 52 % за даними ЕхоКГ, n (%)	22 (29,3)	15 (25,0)	7 (46,7)	0,183
Тромб у біфуркації ЛА за даними МСКТ-ангіографії, n (%)	17 (22,7)	14 (23,3)	3 (20,0)	0,543
Середнє значення Y за формулою	0,401±0,369	0,306±0,330	0,785±0,250	0,00002
Y > 0,5, n (%)	29 (38,7)	16 (26,7)	13 (86,7)	0,00001
Кількість балів за шкалою SBAFS				
0	5 (6,7)	5 (8,3)	0	0,316
1	28 (37,3)	28 (46,7)	0	0,0003
2	27 (36,0)	18 (30,0)	9 (60,0)	0,088
3	11 (14,7)	6 (10,0)	5 (33,3)	0,037
4	3 (4,0)	3 (5,0)	0	0,507
5	1 (1,3)	0	1 (6,7)	0,200
Середній бал за шкалою	1,76±1,01	1,57±0,96	2,53±0,83	0,0006

підтверджує наявність у пацієнтів II групи додаткового ризику ранньої смерті.

З метою перевірки чутливості та специфічності запропонованої формули ми провели ROC-аналіз на II етапі нашого дослідження. Встановлено, що під час перевірки у багатоцентровій когорті чутливість отриманої прогностичної формули становить 93,3 %; специфічність 74,6 %, (площа під ROC-кривою 0,803; 95 % ДІ 0,690–0,889, $p < 0,001$). Отже, при перевірці формули на II етапі дослідження чутливість і специфічність не тільки відтворюються порівняно з I етапом нашого дослідження, а навіть перевершують попередні результати. Окрім цього, чутливість і специфічність таких показників, як САТ, ФВ ЛШ за даними ЕхоКГ та SpO₂ за даними ROC-аналізу, який був проведений на I та II етапах дослідження, є статистично значущими та зіставними (рисунки).

При перевірці запропонованої шкали SBAFS також встановлено, що у хворих II групи середній бал за шкалою становив (відповідно 2,53±0,83 і 2,53±0,83) та був статистично значущо вищим ніж у I групі: (1,57±0,96), $p = 0,0006$. У II групі також статистично значущо більшою була частка пацієнтів, у яких кількість балів за шкалою SBAFS була більше ніж 3.

Отримані в нашому дослідженні дані щодо асоціації певних рівнів SpO₂, САТ та біфуркаційної локалізації тромбу за даними МСКТ-ангіографії ЛА з госпітальною летальністю в пацієнтів із високим ризиком ТЕЛА багатоцентрової когорти України є логічними, оскільки вони безпосередньо патогенетично пов'язані з гемодинамічним перевантаженням правого шлуночка, використовуються також у різних шкалах прогнозування ризику смерті хворих на гостру ТЕЛА та узгоджуються з результатами інших досліджень [3, 5, 13].

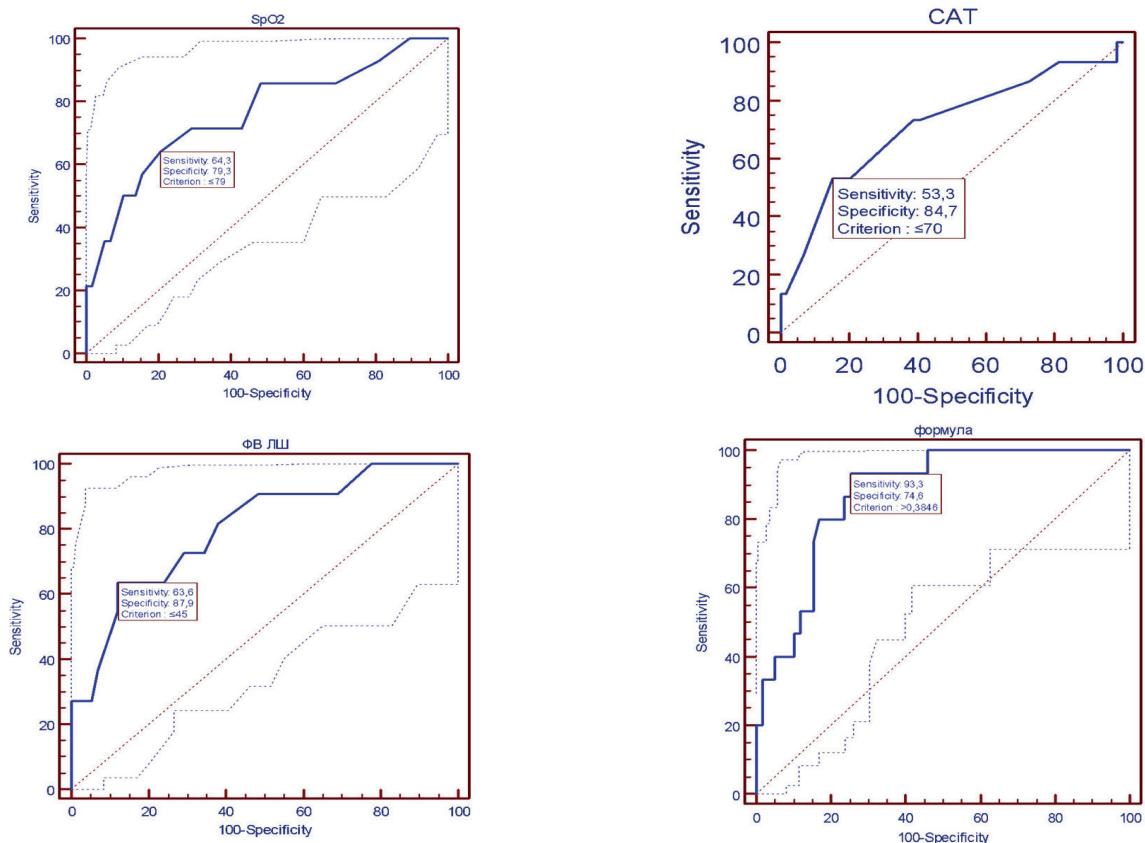


Рисунок. ROC-крива щодо перевірки прогностичної формули логістичної регресії для визначення вірогідного (позитивного або негативного) додаткового прогнозу у хворих із високим ризиком тромбоемболії легеневої артерії (II етап дослідження).

Щодо жіночої статті, то в наших попередніх дослідженнях, а також в інших наукових роботах, вона не є фактором додаткового ризику у хворих із невисоким ризиком ТЕЛА [7, 14]. Тоді як при високому ризику ТЕЛА жіноча стать вірогідно може бути додатковим чинником несприятливого короткотермінового прогнозу, що потребує подальшого вивчення. Так, при аналізі реєстрів було доведено, що у жінок частіше, ніж у чоловіків, трапляється ТЕЛА високого ризику (14,6 % та 9,2 % відповідно; $p=0,0002$) [4]. Імовірним поясненням цих даних можуть бути як статеві відмінності факторів ризику венозного тромбоемболізму, так і анатомічні особливості побудови серцево-судинної та респіраторної систем, що призводять до більш потужної декомпенсації правого шлуночка у жінок при ТЕЛА [15, 16].

Отже, результати етапів дослідження дають змогу стверджувати, що, окрім знаних чинників, які асоціюються з несприятливим 30-денним прогнозом у хворих із високим ризиком ТЕЛА, додатковими факторами, які впливають на госпітальну летальність у цих хворих, є зниження сатурації

кисню крові менше ніж 78 %, зниження САТ менше ніж 80 мм рт. ст., зниження ФВ ЛШ менше ніж 52 % за даними ЕхоКГ, наявність біфуркаційної локалізації тромбу за даними МСКТ-ангіографії ЛА, а також приналежність пацієнта до жіночої статі. Розроблена формула та шкала SBAFS можуть бути запропоновані щодо визначення додаткового ризику смерті у хворих із високим ризиком ТЕЛА, які є мешканцями України.

ВИСНОВКИ

1. Основними чинниками, пов'язаними з ризиком госпітальної смерті, у хворих із високим ризиком тромбоемболії легеневої артерії є зниження сатурації кисню, локалізація тромбу в місці біфуркації легеневих артерій за даними мультиспіральної комп'ютерної томографічної ангіографії, артеріальна гіпотензія, жіноча стать та зниження фракції викиду лівого шлуночка за даними ехокардіографії.

2. Запропонована раніше шкала ризику SBAFS підтвердила своє значення під час перевірки із

залученням кардіологів України з 8 регіонів – чутливість 93 %, специфічність 75 %.

3. Підтверджено, що можна використовувати спрощену оцінку ризику ранньої смерті хворих із

високим ризиком тромбоемболії легеневої артерії за сумою балів, оскільки цей показник у померлих був статистично значущо вищим – відповідно 2,5 і 1,6 ($p=0,0006$).

Автори висловлюють подяку лікарям, які брали участь у проведенні дослідження: професору Коваль Олені Акиндиївні (Дніпро), професору Пархоменку Олександровичу (Київ), професору Ягнеському Андрію Володимировичу (Луцьк), доктору мед. наук Лутаю Ярославу Михайловичу (Київ), Холодію Петру Андрійовичу (Кременчук), Жуковій Юлії Борисівні (Миколаїв), Ворошилової Тетяні Анатоліївні (Полтава), Курячій Дар'ї Юріївні (Полтава), Цаплі Вікторії Валентинівні (Суми), Прасол Інні Михайлівні (Харків)

Конфлікту інтересів немає.

Участь авторів: ідея, план дослідження, редагування статті, формулювання висновків – В.Ц.; статистичне опрацювання матеріалу – Л.Я.; написання статті – Л.Я., Н.М., М.К., Л.Х.; збір матеріалу – М.К., Л.Х.

Література

- Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, Bueno H, Geersing GJ, Harjola VP, Huisman MV, Humbert M, Jennings CS, Jiménez D, Kucher N, Lang IM, Lankeit M, Lorusso R, Mazzolai L, Meneveau N, Ní Áinle F, Prandoni P, Pruszczyk P, Righini M, Torbicki A, Van Belle E, Zamorano JL; ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society: The Task Force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European Society of Cardiology. *Eur. Heart J.* 2020;41(4):543-603. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz405>.
- Martin KA, Molsberry R, Cuttica MJ, Desai KR, Schimmel DR, Khan SS. Time Trends in Pulmonary Embolism Mortality Rates in the United States, 1999 to 2018. *J Am Heart Assoc.* 2020;9:e016784. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.016784>.
- Tak T, Karturi S, Sharma U, Eckstein L, Poterucha JT, Sandoval Y. Acute Pulmonary Embolism: Contemporary Approach to Diagnosis, Risk-Stratification, and Management. *Int J Angiol.* 2019 Jun;28(2):100-11. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1692636>.
- Tanabe Y, Yamamoto T, Murata T, Mabuchi K, Hara N, Mizuno A, Nozato T, Hisatake S, Obayashi T, Takayama M, Nagao K. Gender Differences Among Patients With Acute Pulmonary Embolism. *Am J Cardiol.* 2018 Sep 15;122(6):1079-84. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2018.05.042>.
- Theroux CD, Aliotta JM, Mullin CJ. High-Risk Pulmonary Embolism: Current Evidence-Based Practices. *R I Med J.* 2019 Dec 2;102(10):43-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31795534/>
- Torbicki A, Perrier A, Konstantinides S, Agnelli G, Galiè N, Pruszczyk P, Bengel F, Brady AJ, Ferreira D, Janssens U, Klepetko W, Mayer E, Remy-Jardin M, Bassand JP; ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism: The Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2008;29:2276-315. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehn310>.
- Tseluyko V, Yakovleva L, Askierov R, Kurinna M, Kharchenko L, Shylo N. Risk stratification of poor short-term prognosis in patients with high-risk pulmonary embolism. *Emergency Medicine.* 2023;19(5):361-9. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.19.5.2023.1612> (Ukrainian).
- Wüstner M, Radzina M, Calliada F, Cantisani V, Havre RF, Jenderka KV, Kabaalioglu A, Kocian M, Kollmann C, Künzel J, Lim A, Maconi G, Mitkov V, Popescu A, Saftoiu A, Sidhu PS, Jenssen C. Professional Standards in Medical Ultrasound – EFSUMB Position Paper (Long Version) – General Aspects. *Ultraschall Med.* 2022 Oct;43(5):e36-e48. <https://doi.org/10.1055/a-1857-4435>.
- Keller K, Hobohm L, Ebner M, Kresoja KP, Münzel T, Konstantinides SV, Lankeit M. Trends in thrombolytic treatment and outcomes of acute pulmonary embolism in Germany. *Eur Heart J.* 2020 Jan 21;41(4):522-9. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz236>.
- Ebner M, Sentler C, Harjola VP, Bueno H, Lerchbaumer MH, Hasenfuß G, Eckardt KU, Konstantinides SV, Lankeit M. Outcome of patients with different clinical presentations of high-risk pulmonary embolism. *Eur Heart J. Acute Cardiovasc Care.* 2021 Oct 1;10(7):787-96. <https://doi.org/10.1093/ehjacc/zuab038>.
- Theroux CD, Aliotta JM, Mullin CJ. High-Risk Pulmonary Embolism: Current Evidence-Based Practices. *R I Med J* (2013). 2019 Dec 2;102(10):43-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31795534/>
- Surov A, Akritidou M, Bach AG, Bailis N, Lerche M, Meyer HJ, Pech M, Wienke A. A New Index for the Prediction of 30-Day Mortality in Patients With Pulmonary Embolism: The Pulmonary Embolism Mortality Score (PEMS). *Angiology.* 2021 Sep;72(8):787-93. <https://doi.org/10.1177/0003319721993346>.
- Becattini C, Agnelli G. Risk stratification and management of acute pulmonary embolism. *Hematology Am Soc Hematol Educ Program.* 2016 Dec 2;2016(1):404-12. <https://doi.org/10.1182/asheducation-2016.1.404>.
- Jiménez D, Bick B, Rodríguez C, Muriel A, Ballaz A, Soler J, Schellong S, Gil-Díaz A, Skridem A, Riera-Mestren A, Monreal M, the RIETE Investigators. Identification of Low-

- risk Patients With Acute Symptomatic Pulmonary Embolism. *Sep 2023*;59(9):575-80. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2023.06.010>.
15. Nordstrom SM, Weiss EJ. Sex differences in thrombosis. *Expert Rev. Hematol.* 2008;1:3–8. <https://doi.org/10.1586/17474086.1.1.3>.
16. Bajko Z, Motataianu A, Stoian A, Barcutean L, Andone S, Maier S, Drăghici IA, Cioban A, Balasa R. Gender Differences in Risk Factor Profile and Clinical Characteristics in 89 Consecutive Cases of Cerebral Venous Thrombosis. *J Clin Med.* 2021 Mar 30;10(7):1382. <https://doi.org/10.3390/jcm10071382>.

Optimizing the risk stratification of an unfavorable near-term prognosis in patients with a high risk of pulmonary embolism

V.I. Tseluyko, L.M. Yakovleva, N.E. Mishchuk, M.V. Kurinna, L.V. Kharchenko

V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

The aim – to develop and validate a scale for the additional risk of early death in patients with high-risk pulmonary embolism.

Materials and methods. At the 1st stage of the study, a formula for additional stratification of the risk of early death of high-risk PE patients was developed. With the help of ROC analysis, it was established that the sensitivity of the received prognostic formula is 64.0 %; specificity 92.1 %. Based on the formula, we proposed the SBAFS scale (S – saturation, B – bifurcation, A – arterial hypotension, F – ejection fraction, S – female gender). To further verify the proposed scale and formula, the II stage of the study was conducted on a multicenter cohort (8 centers in Ukraine that provided information on high-risk PE patients who were hospitalized for the period from 01.01.2023 to 12.2023). At this stage, 75 high-risk PE patients were included, the average age was (60.60±13.40) years, among them there were 38 (50.7 %) men, 37 (49.3 %) women. The first group consisted of 65 (80 %) patients who were discharged from the hospital with improvement, and the second group – 15 (20 %) patients died during hospitalization due to an acute episode of PE. Clinical and anamnestic, laboratory and instrumental indicators were analyzed, statistical analysis was performed data.

Results and discussion. It was established that in the II subgroup of patients with high-risk PE, not only the average value of the Y indicator was significantly higher than in the I subgroup: (0.785±0.250) and (0.306±0.330), $p=0.00002$, but also the proportion of patients with indicator $Y>0.5$: 13 (86.7 %) and 16 (26.7 %), respectively, $p=0.00001$. In order to check the sensitivity and specificity of the formula, we performed a ROC analysis for the II stage of our research: the sensitivity of the prognostic formula we obtained is 93.3 %; specificity of 74.6 %, which confirms the result of the 1st stage. When checking the SBAFS scale recommended by us, it was also established that the average score on the scale was (2.53±0.83) in patients of the II group and was higher than in the I group: (1.57±0.96), $p=0.0006$.

Conclusions. The main factors associated with the risk of in-hospital death in high-risk PE patients are a decrease in oxygen saturation, thrombus localization in the LA bifurcation according to MSCT-angiography, arterial hypotension, female sex, and a decrease in the left gastric ejection fraction according to Echo-CG. The previously proposed SBAFS risk scale confirmed its value when tested with the participation of cardiologists from 8 regions of Ukraine – sensitivity 93 %, specificity – 75 %. The possibility of using a simplified assessment of the risk of early death in patients with PE with a high total score was confirmed, as this indicator was significantly higher in the deceased – 2.5 against 1.6 ($p=0.0006$).

Key words: high-risk pulmonary embolism; additional risk; risk stratification formula for in-hospital death.