

**Abstract**

O. M. Chemych<sup>1</sup>,  
L. V. Moroz<sup>2</sup>,  
O. B. Berest<sup>1</sup>,  
O. D. Yarovy<sup>1</sup>,  
V. V. Davidenko<sup>1</sup>,  
M. D. Chemych<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Sumy State University, 2,  
Rymskogo-Korsakova St., Sumy,  
40007, Ukraine;

<sup>2</sup>Pirogov Vinnytsya National Medical University, 56, Pirogova St.,  
Vinnytsya, 21018, Ukraine

**CALCULATION OF ENDOGENOUS INTOXICATION AND IMMUNOREACTIVITY INDICATORS IN PATIENTS WITH ACUTE INTESTINAL INFECTION USING CREATED ANDROID-APPLICATION**

Haematological and integral indicators of moderate course of salmonellosis and acute intestinal infections, caused by opportunistic microorganisms, were analysed. In different periods of the disease were estimated integrative indicators of endogenous intoxication and immunoreactivity. The results are compared with the haematological parameters of healthy individuals as the basis of our program for the mobile operating system Android.

Automatic calculate parameters of endogenous intoxication and immunoreactivity in patients with acute intestinal infections using programs created for mobile operating system Android helps the doctor without the use of equipment objectively and quickly determine degree of endogenous intoxication and the ability of the patient to an effective immune response. This facilitates the rapid adjustment of treatment strategy, prevention of unwanted consequences and a decision on further outpatient treatment and monitoring convalescents. In terms of health insurance, would allow the doctor to confirm compliance and test the effectiveness of treatment.

**Keywords:** mobile operating system Android, salmonellosis, acute intestinal infections, integrative indicators, endogenous intoxication.

**Corresponding author:** [chemychoksana@gmail.com](mailto:chemychoksana@gmail.com)

**Резюме**

О. М. Чемич<sup>1</sup>,  
Л. В. Мороз<sup>2</sup>,  
О. Б. Берест<sup>1</sup>,  
О. Д. Яровий<sup>1</sup>,  
В. В. Давиденко<sup>1</sup>,  
М. Д. Чемич<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна;

<sup>2</sup>Вінницький Національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, 21018, Україна

**РОЗРАХУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕНДОГЕННОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ ТА ІМУНОРЕАКТИВНОСТІ У ХВОРИХ НА ГОСТРІ КИШКОВІ ІНФЕКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ СТВОРЕННОГО ANDROID-ДОДАТКУ**

Здійснено аналіз гематологічних і інтегральних показників середньотяжкого перебігу сальмонельозу та гострих кишкових інфекцій, спричинених умовно патогенними збудниками, розраховані інтегративні показники ендогенної інтоксикації, а також імунореактивності у гострому періоді хвороби. Отримані результати співставлені з гематологічними показниками здорових осіб, що покладено в основу розробленої програми для мобільної операційної системи Android.

Автоматизоване розрахування показників ендогенної інтоксикації та імунореактивності у хворих на гострі кишкові інфекційні захворювання з використанням створеної програми для мобільної операційної системи Android дозволяє лікарю без застосування догоровартісного устаткування об'єктивізувати і пришвидшити визначення ступеню ендогенної інтоксикації та здатності організму хворого до ефективної імунної відповіді. Це сприяє оперативному

корегуванню лікувальної тактики, попередженню небажаних наслідків і прийняття рішення з подальшого амбулаторного лікування і спостереження за реконвалесцентом, а в умовах страхової медицини це дасть можливість підтвердити відповідність і ефективність призначеного лікування.

**Ключові слова:** мобільна операційна система Android, сальмонельоз, гострі кишкові інфекції, інтегративні показники, ендогенна інтоксикація.

#### Резюме

О. Н. Чемич<sup>1</sup>,  
Л. В. Мороз<sup>2</sup>,  
О. Б. Берест<sup>1</sup>,  
А. Д. Яровой<sup>1</sup>,  
В. В. Давиденко<sup>1</sup>,  
Н. Д. Чемич<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Сумський державний університет, ул. Римського-Корсакова, 2, г. Суми, 40007, Україна;

<sup>2</sup>Вінницький Національний медичинський університет імені Н. І. Пирогова, ул. Пирогова, 56, г. Вінниця, 21018, Україна

#### РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНДОГЕННОЙ ИНТОКСИКАЦИИ И ИММУНОРЕАКТИВНОСТИ У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМИ КИШЕЧНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЗДАНОГО ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ

Осуществлен анализ гематологических и интегральных показателей среднетяжелого течения сальмонеллеза и острых кишечных инфекций, вызванных условно патогенными возбудителями, рассчитаны интегративные показатели эндогенной интоксикации, а также иммунореактивности в остром периоде болезни. Полученные результаты сопоставлены с гематологическими показателями здоровых лиц, что положено в основу разработанной программы для мобильной операционной системы Android.

Автоматизирование расчета показателей эндогенной интоксикации и иммунореактивности у больных острыми кишечными инфекционными заболеваниями с использованием созданной программы для мобильной операционной системы Android позволяет врачу без применения дорогостоящего оборудования объективизировать и ускорить определение степени эндогенной интоксикации и способности организма больного к эффективному иммунному ответу. Это способствует оперативной корректировке лечебной тактики, предупреждению нежелательных последствий и принятия решения по дальнейшему амбулаторному лечению и наблюдению за реконвалесцентом, а в условиях страховой медицины это даст возможность подтвердить соответствие и эффективность назначенного лечения.

**Ключевые слова:** мобильная операционная система Android, сальмонеллез, острые кишечные инфекции, интегративные показатели, эндогенная интоксикация.

Автор, відповідальний за листування: [chemychoksana@gmail.com](mailto:chemychoksana@gmail.com)

#### Вступ

Гострі кишкові інфекції у загальній структурі інфекційної захворюваності займають друге місце після гострих респіраторних вірусних інфекцій. Сальмонельоз – найпоширеніша кишкова інфекція. Епідемічні спалахи спостерігаються практично в усіх регіонах світу. Актуальними є ці недуги і для України [9–12].

Небезпека гострих кишкових інфекцій, викликаних опортуністичною мікрофлорою, полягає у можливості розвитку тяжких форм та формуванням резистентності до антибіотиків. Також значна частка носійства обумовлює актуальність

аналізу сучасних аспектів перебігу сальмонельозу з наступним формуванням доступних критеріїв, що мають достатню діагностичну цінність для раннього підтвердження захворювання [1]. Бактеріологічне дослідження, яке є основним у підтвердженні діагнозу, досить довготривале й займає декілька днів, тому лікар керується лише клінічною картиною та даними загальноклінічних обстежень при призначенні лікування [2, 3]

Основною клінічною ознакою сальмонельозу є інтоксикація – утворення і накопичення речовин, що мають токсичні властивості [4–6].



Внаслідок порушення обмінних процесів у клітинах відбувається накопичення у різних біологічних середовищах і рідинах токсинів ендogenous та екзогенного походження, пірогенів, продуктів спотвореного метаболізму та медіаторів запалення у нефізіологічних концентраціях, що і зумовлює клініко-лабораторні зміни, які характеризують синдром ендogenous інтоксикації (СЕІ) [4–7]. Ступінь тяжкості перебігу кишкових інфекцій залежить від рівня дегідратації та інтоксикації [8].

Для оцінки показників СЕІ можна використовувати інтегральні маркери (підвищення температури тіла, виразність адинамії, апатії, сонливості, дратівливості, зниження апетиту, зниження маси тіла, біль будь-якої локалізації, визначення показників центральної гемодинаміки) та імунологічні, які включають розрахунок інтегративних показників ендogenous інтоксикації з використанням даних клінічного аналізу крові [5, 8].

Допомогти легко розрахувати ці індекси можна використовуючи MS Excel, але часто виникає необхідність швидко підрахувати індекси ендogenous інтоксикації без використання персонального комп'ютера. Тому було вирішено створити додаток для мобільної операційної системи Android, який допоможе лікарям швидко розрахувати індекси ендogenous інтоксикації та прийняти рішення стосовно подальшого лікування хворого.

**Мета роботи:** здійснити визначення ступеню ендogenous інтоксикації, здатності організму хворого до ефективної імунної відповіді у хворих на сальмонельоз і гострі кишкові інфекції, спричинені умовно патогенними збудниками, за допомогою створеної програми для мобільної операційної системи Android.

**Пацієнти і методи.** Проведено клініко-лабораторне обстеження 189 хворих на сальмонельоз і 97 хворих на гострі кишкові інфекції, спричинені умовно патогенними мікроорганізмами (УПМ), які перебували на лікуванні у Сумській обласній інфекційній клінічній лікарні імені З. Й. Красовицького протягом 2012 – 2016 років. Госпіталізація хворих на ГКІ відбувалася на (2,26 ± 0,08) і (2,10 ± 0,15) добу відповідно. Усі лікувально-діагностичні процедури здійснювали за інформованою згодою пацієнтів.

Критеріями залучення у дослідження були: клініко-анамнестичні (госпіталізація не пізніше 72 год. від початку захворювання); наявність типових клінічних ознак середньотяжкого перебігу (гострий початок, інтоксикаційний, больовий,

діарейний синдроми, зневоднення); дані епідеміологічного анамнезу (вживання недоброякісних або сумнівних за якістю, недостатньо термічно оброблених продуктів, спалахи тощо); лабораторні (виділення з промивних вод шлунка і/або блювоти, і/або випорожнень збудників), серологічне підтвердження.

При обстеженні хворих здійснювали: збір анамнестичних даних; клініко-лабораторні дослідження: клінічний аналіз крові (аналізатор Cobas Micros), бактеріологічне дослідження калу. Використовуючи створений нами Android-додаток, розраховували інтегративні показники ендogenous інтоксикації та імунореактивності: лейкоцитарний індекс інтоксикації (ЛІІ), гематологічний показник інтоксикації (ГПІ), індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК), індекс Кребса (ІК), індекс імунореактивності (ІІР), лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ЛІГ), індекс співвідношення нейтрофілів і лімфоцитів (ІСНМ), індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ), реактивна відповідь нейтрофілів (РВН), індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛ ШОЕ), лімфоцитарний індекс (І лімф), індекс співвідношення еозинофілів і лімфоцитів (ІСЕЛ), індекс алергізації (ІА), ядерний індекс (ЯІ), показник інтоксикації (ПІ) [11].

Групу порівняння склали 44 клініко-анамнестично здорових донорів крові з Сумського обласного центру служби крові і трансфузіології віком (37,95 ± 1,72) року. Статевий склад даної групи був рівноцінним – по 22 особи чоловіків і жінок.

Усі дані заносили в “Електронну карту дослідження”. Результати клінічного спостереження та проведених досліджень були опрацьовані методом варіаційної статистики (t-критерій Стьюдента, хі-квадрат Пірсона) з використанням комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2010, Statistica 10 і онлайн калькулятора (<http://medstatistic.ru/calculators/calchit.html>).

#### **Результати дослідження та їх обговорення**

Серед хворих на сальмонельоз, госпіталізованих та обстежених, переважали чоловіки (p < 0,01). Пацієнти були молодого віку – (43,23 ± 1,22) року.

Етіологічним чинником частіше була *S. enteritidis* (74,1 %), *S. typhimurium* виявлялась втричі рідше (25,9 %) (p < 0,01).

Серед клінічних варіантів хвороби переважає гастроентеритний (51,9 %), на другому місці за частотою – гастроентероколітний (32,3 %), на третьому – ентероколітний (12,2 %). Найрідше зустрічався ентеритний варіант (3,6 %).



У всіх хворих були скарги на слабкість, підвищення температури тіла та діарею. На другому місці серед скарг – нудота (78,8 %) та блювання (65,1 %). Частота випорожнень складала (9,10 ± 0,43) разів на добу, блювання – (2,30 ± 0,20) рази на добу. На біль у животі скаржились усі хворі. Він виникав у декількох ділянках одночасно: найчастіше у мезогастральній (68,3 %) та у епігастральній (63,0 %), рідше зустрічався у правій здухвинній (49,2 %), у гіпогастрії (36,5 %) та лівій здухвинній ділянці (34,9 %). Головний біль анамнестично відмічали 47,1 % пацієнтів з сальмонельозом, запаморочення – 32,8 %. На домішки слизу в калі вказували більше половини хворих (57,1 %), на кров – третя частина (34,4 %).

Найпоширенішим симптомом при об'єктивному обстеженні були зневоднення (96,3 %) та біль у животі при пальпації (95,8 %) ( $p < 0,01$ ). Біль при пальпації локалізувався в декількох ділянках одночасно, але найчастіше у мезогастрії (74,6 %) та в епігастрії (71,4 %), рідше – у правій здухвинній ділянці (60,9 %), найрідше – у гіпогастрії (32,8 %) та лівій здухвинній ділянці (34,4 %) ( $p < 0,01$ ). Спазм сигмоподібної кишки спостерігався у незначної кількості пацієнтів (13,2 %). Збільшення розмірів печінки визначалося у 38,1 % хворих. У всіх пацієнтів підвищувалася температура тіла до (37,88 ± 0,14) °С.

Серед пацієнтів з ГКІ, спричиненими УПМ, була тенденція до переважаючих жінок ( $p > 0,05$ ). Хворі на ГКІ були молодшого віку – (35,90 ± 1,59) років, ніж пацієнти з сальмонельозом ( $p < 0,01$ ).

У сучасних умовах серед чинників ГКІ преважує *Kl.pneumoniae* (42,3 %) ( $p < 0,001$ ). Частіше, порівняно з іншими мікроорганізмами, виділяли ентеропатогенні кишкові палички (ЕПКП) (11,3 %), дещо рідше *Pseudomonas aeruginosae* і *Enterobacter cloacea* (по 9,3 %), *S. aureus* (8,2 %), *Citrobacter freundii* (6,2 %), *Citrobacter spp.* (2,1 %). Гриби роду *Candida*, *Citrobacter koseri*, *Proteus Mirabillis*, *Proteus spp.* як окремі етіологічні чинники було визначено в поодиноких випадках. Звертають на себе увагу комбінації *S.aureus/Proteus Mirabillis* – 1, *Staphylococcus epidermidis/Klebsiella spp.* – 1, *Enterobacter cloacea/Morganella morganii* – 1, *Pseudomonas aeruginosae/Candida* – 2 та *S.aureus/Citrobakter spp.* – 2 випадки.

Як і при сальмонельозі у клінічній картині ГКІ можна виділити скарги, які реєструвалися практично у всіх пацієнтів: слабкість, діарея та підвищення температури тіла. На нудоту та блю-

вання скаржились 73,2 % і 57,7 % обстежених відповідно. Частота випорожнень при ГКІ була меншою, ніж при сальмонельозі (7,18 ± 0,49) разів на добу ( $p < 0,001$ ), а блювання частішим – (3,70 ± 0,47) разів на добу ( $p < 0,001$ ). На біль у животі скаржилась більшість пацієнтів. Він виникав у декількох ділянках одночасно: найчастіше у мезогастральній (34,0 %) та у епігастральній (30,9 %), рідше зустрічався – у правій здухвинній (5,2 %) та лівій здухвинній ділянках (5,2 %), у гіпогастрії (5,2 %). Головний біль анамнестично відмічали 12,4 %, запаморочення – 9,3 % пацієнтів, що рідше у 3,8 та 9,6 разів відповідно, ніж при сальмонельозі ( $p < 0,001$ ). На домішки слизу у калі вказували (10,3 %) пацієнтів, що значно менше, ніж при сальмонельозі ( $p < 0,001$ ), крові в калі не виявлялося.

При об'єктивному обстеженні провідними симптомами були зневоднення (75,7 %) та біль у животі при пальпації (82,5%), які виявлялися рідше, ніж при сальмонельозі ( $p < 0,001$ ). Біль при пальпації виявляли у декількох ділянках одночасно: у мезогастральній (49,5 %) та у епігастральній ділянках (38,1 %), дещо рідше – у правій здухвинній (33,0 %) та лівій здухвинній (21,6 %), у гіпогастрії (6,2 %). Спазм сигмоподібної кишки спостерігався у 5,2 % пацієнтів, що у 2,6 рази рідше, ніж при сальмонельозі ( $p < 0,05$ ). Збільшення розмірів печінки відбувалося у 29,9 % хворих. У всіх пацієнтів температура тіла підвищувалась до (37,38 ± 0,8) °С.

Отже клінічна картина сальмонельозу та ГКІ відповідає середньому ступеню тяжкості.

При аналізуванні змін у загальному аналізі крові хворих (табл. 1) нами встановлено однакові відхилення незалежно від етіології: згущення крові (збільшення кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну, гематокриту); підвищення вмісту лейкоцитів, паличкоядерних нейтрофілів (виразніше при сальмонельозі); прискорення ШОЕ; зменшення кількості еозинофілів, моноцитів, лімфоцитів (виразніше при сальмонельозі).

Об'єктивно оцінити ступінь інтоксикації і здатність до ефективної імунної відповіді при великому масиві досліджень можна за допомогою персонального комп'ютера, підраховавши індекси ендогенної інтоксикації, використовуючи MS Excel. При необхідності швидко, біля ліжка хворого, розрахувати ці показники виникає проблема. Нами прийнято рішення створити мобільний додаток для операційної системи Android, який допоможе вирішити цю проблему.



Головний зміст створеної програми полягає у тому, щоб максимально спростити роботу лікаря – зменшити кількість затрачених зусиль і часу. Додаток забезпечує швидкий підрахунок індексів інтоксикації та допомагає визначити поточний стан пацієнта.

Основні вимоги для додатку: данні легко та зручно вводити; точні результати розрахунків; індикатори стану показника, які покажуть відхилення індекса від норми; сучасний дизайн; стабільність роботи.

Таблиця 1 – Показники загального аналізу крові хворих на сальмонельоз та гострі кишкові інфекції при госпіталізації (M ± m)

Показник	Група		
	Порівняння (n = 44)	Хворі на сальмонельоз (n = 189)	Хворі на ГКІ (n = 97)
Еритроцити, $1 \times 10^{12}/л$	4,04 ± 0,05	4,85 ± 0,21 <i>a</i>	4,55 ± 0,25 <i>a</i>
Гематокрит, л/л	0,36 ± 0,02	0,41 ± 0,01 <i>a</i>	0,41 ± 0,01 <i>a</i>
Гемоглобін, г/л	126,11 ± 2,19	139,42 ± 1,29 <i>a</i>	136,42 ± 1,71 <i>a</i>
Лейкоцити, $1 \times 10^9/л$	5,96 ± 0,20	7,96 ± 0,22 <i>a</i>	7,98 ± 0,30 <i>a</i>
Паличкоядерні, %	3,36 ± 0,31	22,88 ± 0,70 <i>a</i>	13,56 ± 0,81 <i>a, б</i>
Сегментоядерні, %	53,91 ± 1,31	54,52 ± 0,83	60,46 ± 1,29 <i>a, б</i>
Еозинофіли, %	2,59 ± 0,29	0,34 ± 0,05 <i>a</i>	0,94 ± 0,14 <i>a, б</i>
Моноцити, %	8,45 ± 0,60	4,97 ± 0,17 <i>a</i>	5,43 ± 0,28 <i>a</i>
Лімфоцити, %	31,59 ± 1,22	16,69 ± 0,45 <i>a</i>	19,29 ± 0,98 <i>a, б</i>
Плазматичні, %	0,83 ± 0,17	0,01 ± 0,01 <i>a</i>	0,02 ± 0,01 <i>a</i>
ШОЕ, мм/год	4,09 ± 0,44	13,42 ± 0,55 <i>a</i>	12,20 ± 1,01 <i>a</i>

Примітка. Достовірна різниця показників щодо: *a* – контрольної групи; *б* – хворих на сальмонельоз ( $p < 0,05-0,001$ , використано t-критерій Стьюдента)

У якості середовища для створення додатку було обрано Android Studio [20–22] – інтегроване середовище розробки (IDE) для платформи Android. Оскільки дана програма створена на базі продукту IntelliJ IDEA Community Edition, що підтримується компанією JetBrains і є безкоштовною, Android Studio розвивається у рамках відкритої моделі розробки та поширюється під ліцензією Apache 2.0. Додатки для ОС Android створюються за допомогою об'єктно-орієнтованої мови програмування Java [22–23].

Використання саме цього середовища зумовлено тим, що воно надає засоби для розробки додатків не тільки для смартфонів і планшетів, але і для інших пристроїв на базі Android Wear, телевізорів (Android TV), окулярів Google Glass і автомобільних інформаційно-розважальних систем (Android Auto). Також у програму включені засоби для спрощення тестування програм на сумісність з різними версіями платформи та інструменти для проектування додатків, що працюють на пристроях з екранами різної роздільності (планшети, смартфони, ноутбуки, годинники, окуляри тощо).

Серед інших переваг Android Studio можна виділити: представлена колекція типових елементів

інтерфейсу і візуальний редактор для їх компонування, що надає зручний попередній перегляд майбутнього додатку; інтеграція з системою контролю версій GitHub; реалізована система підсвічування коду, статичного аналізу та виявлення помилок; вбудовані засоби генерації цифрових підписів; надано інтерфейс для управління перекладами на інші мови тощо.

Реалізація поставленого завдання і розробка математичної моделі відбувалась з використанням формул для розрахування індексів з наступним співставленням показників групи порівняння і хворих [24–25].

Лейкоцитарний індекс інтоксикації (ЛІІ) розраховували за формулою Я. Кальф-Каліфа [13, 15, 18]:

$$ЛІІ = (4М + 3Ю + 2П + С) \cdot (Пл + 1) / (Л + Мо) \cdot (Е + 1), \text{ де}$$

М – мієлоцити, Ю – юні форми, П – паличкоядерні, С – сегментоядерні нейтрофіли, Пл – плазмцити, Л – лімфоцити, Мо – моноцити, Е – еозинофіли.

Гематологічний показник інтоксикації (ГПІ) визначали за формулою [15]:

$$ГПІ = ЛІІ \cdot Кшое \cdot Кл, \text{ де}$$



Кшое – коефіцієнт, який визначається за показником ШОЕ (при ШОЕ до 5 мм/год – Кшое дорівнює 0,9; від 6 до 30 мм/год він зростає на 0,1 при збільшенні ШОЕ на кожні 5 мм/год; а при ШОЕ більше 30 мм/год – на 0,2 на кожні 5 мм/год), Кл – поправний коефіцієнт, що розраховується за кількістю лейкоцитів (Кл при кількості лейкоцитів  $5 \cdot 10^9/\text{л}$  дорівнює 1, при підвищенні її на одиницю вище  $8 \cdot 10^9/\text{л}$  Кл збільшується на 0,1, а при кількості лейкоцитів більше  $20 \cdot 10^9/\text{л}$  – на 0,2, при підвищенні їх вмісту на одиницю).

Індекс зсуву лейкоцитів (**ІЗЛК**) розраховували за формулою [13, 16, 19]:

$$\text{ІЗЛК} = (E+B+N)/(M+L), \text{ де}$$

Е – еозинофіли, Б – базофіли, Н – нейтрофіли, Мо – моноцити, Л – лімфоцити.

Показник інтоксикації (**ІІ**) розрахований за формулою [15]:

$$\text{ІІ} = (\text{ЛІІ} \cdot \text{Лк} \cdot \text{ШОЕ})/100, \text{ де}$$

ЛІІ – лейкоцитарний індекс інтоксикації, Лк – лейкоцити, ШОЕ – швидкість осідання еритроцитів.

Реактивна відповідь нейтрофілів (**РВН**) розраховувалась за формулою [15, 19]:

$$\text{РВН} = (M+Y+1) \cdot P \cdot C / (L+B+M) \cdot E, \text{ де}$$

М – мієлоцити, Ю – юні форми, П – паличкоядерні, С – сегментоядерні нейтрофіли, Л – лімфоцити, Мо – моноцити, Е – еозинофіли, Б – базофіли.

Якщо паличкоядерних нейтрофілів і еозинофілів менше 1, то (П+1), (Е+1).

Індекс імунореактивності (**ІІР**) розраховували за формулою [15, 16]:

$$\text{ІІР} = (L+E)/M, \text{ де}$$

Л – лімфоцити, Е – еозинофіли, Мо – моноцити.

Індекс співвідношення нейтрофілів і лімфоцитів (**ІСНМ**) розраховували за формулою [13, 14, 16]:

$$\text{ІСНМ} = (M+Y+P+C)/M, \text{ де}$$

М – мієлоцити, Ю – юні форми, П – паличкоядерні, С – сегментоядерні нейтрофіли, Мо – моноцити.

Індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (**ІСЛМ**) розраховували за формулою [13, 14, 16]:

$$\text{ІСЛМ} = L/M, \text{ де}$$

Л – лімфоцити, Мо – моноцити.

Лімфоцитарний індекс (**Ллімф**) визначали із співвідношення лімфоцитів і нейтрофілів [15, 16]:

$$\text{Ллім} = L/N, \text{ де}$$

Л і Н – відсотковий вміст відповідно лімфоцитів і нейтрофілів у лейкоцитарній формулі.

Індекс співвідношення еозинофілів і лімфоцитів (**ІСЕЛ**) розраховували за формулою [15]:

$$\text{ІСЕЛ} = E/L, \text{ де}$$

Е – еозинофіли, Л – лімфоцити.

Індекс алергізації (**ІА**) розраховували за формулою [15]:

$$\text{ІА} = (L+10 \cdot (E+1))/(Y+P+C+M+B), \text{ де}$$

Л – лімфоцити, Е – еозинофіли, Ю – юні форми, П – паличкоядерні, С – сегментоядерні нейтрофіли, Мо – моноцити, Б – базофіли.

Ядерний індекс (**ЯІ**) або індекс зсуву нейтрофілів розраховували за формулою [15, 18]:

$$\text{ЯІ} = (M+Y+P)/C, \text{ де}$$

М – мієлоцити, Ю – юні форми, П – паличкоядерні, С – сегментоядерні нейтрофіли.

Індекс Кребса (**ІК**) розраховували за формулою [15, 19]:

$$\text{ІК} = (P+C)/L, \text{ де}$$

П – паличкоядерні, С – сегментоядерні нейтрофіли, Л – лімфоцити.

Лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (**ЛІГ**) розраховували за формулою [15, 19]:

$$\text{ЛІГ} = (L \cdot 10)/(M+Y+P+C+E+B), \text{ де}$$

Л – лімфоцити, М – мієлоцити, Ю – юні форми, П – паличкоядерні, С – сегментоядерні нейтрофіли, Е – еозинофіли, Б – базофіли.

Індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (**ІЛ ШОЕ**) розраховували за формулою [13, 14, 15, 19]:

$$\text{ІЛШОЕ} = L \cdot \text{ШОЕ}/100, \text{ де}$$

Л – лімфоцити, ШОЕ – швидкість осідання еритроцитів.

**Ключові моменти при розробці додатку**  
Функціонування додатку полягає у взаємному обміні даними між двома формами інтерфейсу користувача [20–21]. Кожна форма є об'єктом класу Activity, передача інформації між якими здійснюється за допомогою об'єкту класу Intent, що представляє собою абстрактний опис дії, яка повинна відбутися, використовуючи при цьому метод Extras.

Основне призначення першої форми полягає



у тому, щоб отримати необхідні дані від користувача, а друга форма відображає ці дані, а також результати розрахунків. Передача самих даних відбувається безпосередньо всередині Intent.

Допоміжні елементи EditText необхідні для введення даних, а кнопка «Розрахувати» ініціює

```
btn.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        Intent intent = new Intent(MainActivity.this, ResultActivity.class);
        intent.putExtra("miel", Double.parseDouble(Text.getText().toString()));
        startActivity(intent);
    }
});
```

Об'єкт Intent створюється за допомогою класу, а не альтернативного способу – action. Це означає, що система перегляне маніфест файлу додатку, і якщо знайде Activity з таким класом – відобразить його.

Усі введені дані будуть зберігатися в асоціативному масиві. Збереження досягається за допомогою виклику методу putExtra. Він має безліч варіацій і аналогічний методу put для Map, тобто додає до об'єкта пару. Перший параметр – це ключ (ім'я), другий – значення.

У якості прикладу в Intent був доданий об'єкт з іменем miel, яке містить значення поля одного з EditText. Укомплектований Intent відправляється

виклик іншої форми і передає їй ці дані. Для імітації натискання цієї кнопки створено обробник події, який викликає метод onClick.

Нижче наведено приклад реалізації методу onClick:

на другу форму за допомогою методу startActivity.

Після виклику методу startActivity відкриється екран другої форми ResultActivity. У класі цього Activity отримується значення Intent і відбувається вилучення з нього за допомогою методу getDoubleExtra змінної типу Double з іменем miel. Це саме те значення, яке було розміщено в коді MainActivity.java:

```
final Intent intent = getIntent();
double M = intent.getDoubleExtra("miel", 0);
```

Для початку роботи з додатком необхідно ввести коректні дані, після введення даних необхідно натиснути кнопку «Розрахувати» (рис. 1):

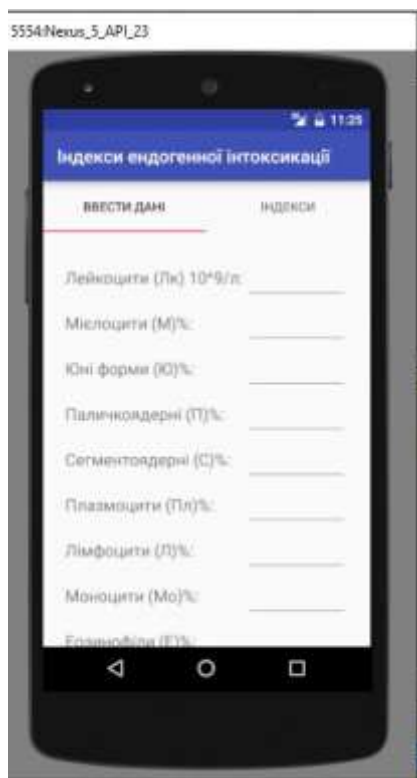


Рисунок 1 – Вигляд екрана телефону до введення та після введення даних загального аналізу крові



**Інструкція користувача.** Далі відображаються на екрані результати підрахунків. Червоний колір вказує на підвищення розрахованого показника, зелений – на норму; синій – на зни-

ження. Також на екран виводиться використана формула і пояснення отриманих результатів (рис. 2):

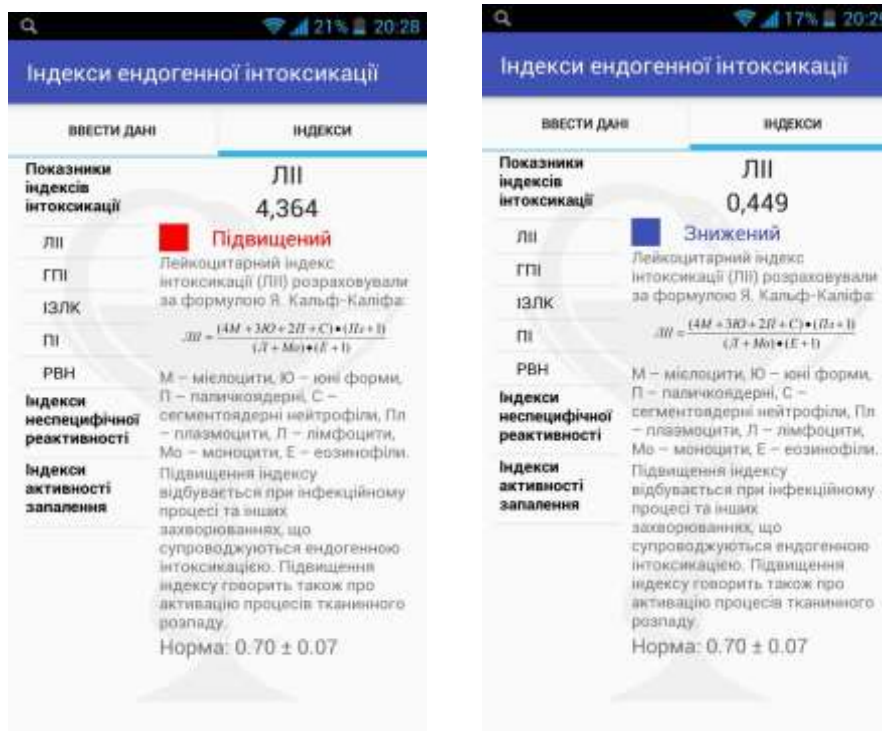


Рисунок 2 – Вигляд екрана з отриманими результатами інтегративних показників інтоксикації

Якщо користувач випадково пропустив або не заповнив одне чи декілька полів, то буде виведено відповідне попереджувальне повідомлення (рис. 3):

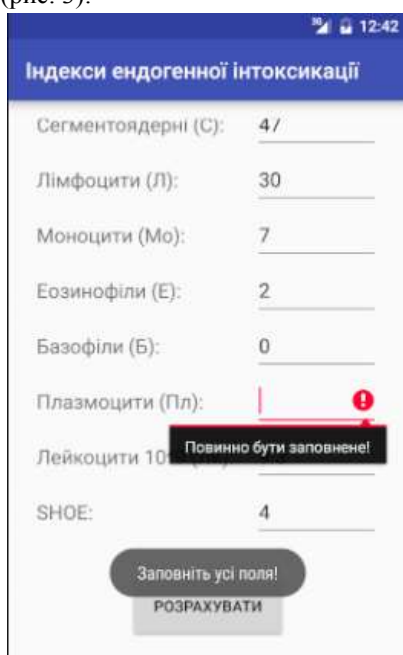


Рисунок 3 – Вигляд екрана з незаповненими даними загального аналізу крові

За показниками клінічного аналізу крові в обстежених у гострий період хвороби, були розраховані інтегративні гематологічні індекси, проведена їх статистична обробка, здійснена оцінка СЕІ і імунореактивності. Також здійснено співставлення отриманих результатів з використанням MS Excel та Android-додатку. Виявлено 100 % співпадіння отриманих результатів. Встановлено, що показники ЛПІ, ІЗЛК, ГПІ, ПІ, РВН, ІСНМ, ІЛ ШОЕ, ЯІ – підвищувалися. Це вказує на наявність ендогенної інтоксикації та запальної реакції у шлунково-кишковому тракті хворих [17, 18]. Індекси ІЛГ, Ілімф., ІСЕЛ, ІА знижувалися. Одночасне підвищення ІЗЛК та зниження ІЛГ свідчить про розвиток ендогенної інтоксикації та порушення імунологічної реактивності внаслідок автоінтоксикації організму при деструкції власних клітин та при дії бактеріальних ендотоксинів [14, 18, 19]. Не відбувалось достовірних змін ІІР та ІСЛМ. Слід вказати на однотипність змін інтегративних показників, як при сальмонельозі, так і при ГКІ, спричинених умовно патогенним збудниками, хоча відхилення індексів ГПІ, ПІ, Ілімф, ІСЕЛ, ІА, ЯІ, ІЛГ були виразніші при сальмонельозі (табл. 2).





Таблиця 2 – Інтегративні показники ендогенної інтоксикації та імунореактивності у хворих на сальмонельоз та ГКІ при госпіталізації (M ± m)

Показник (Од)	Група		
	Порівняння (n = 44)	Хворі на сальмонельоз (n = 189)	Хворі на ГКІ (n = 97)
<b>Індекси інтоксикації</b>			
ЛП	0,70 ± 0,07	4,85 ± 0,21 <i>a</i>	3,76 ± 0,35 <i>a</i>
ІЗЛК	1,62 ± 0,10	4,20 ± 0,15 <i>a</i>	4,17 ± 0,30 <i>a</i>
ГП	0,64 ± 0,06	6,03 ± 0,32 <i>a</i>	4,54 ± 0,45 <i>a, б</i>
П	0,16 ± 0,02	5,22 ± 0,37 <i>a</i>	3,89 ± 0,59 <i>a, б</i>
РВН	12,75 ± 1,82	69,91 ± 3,58 <i>a</i>	77,84 ± 8,63 <i>a</i>
<b>Індекси неспецифічної реактивності</b>			
ПР	4,65 ± 0,36	4,20 ± 0,20	4,45 ± 0,29
ІСНМ	8,88 ± 0,91	21,94 ± 1,25 <i>a</i>	20,95 ± 1,99 <i>a</i>
ІСЛМ	4,77 ± 0,45	4,23 ± 0,21	4,22 ± 0,28
Ілімф	0,59 ± 0,04	0,23 ± 0,01 <i>a</i>	0,29 ± 0,02 <i>a, б</i>
ІСЕЛ	0,080 ± 0,009	0,020 ± 0,003 <i>a</i>	0,052 ± 0,008 <i>a, б</i>
ІА	1,05 ± 0,07	0,37 ± 0,01 <i>a</i>	0,52 ± 0,04 <i>a, б</i>
ЯІ	0,06 ± 0,01	0,48 ± 0,02 <i>a</i>	0,25 ± 0,02 <i>a, б</i>
<b>Індекси активності запалення</b>			
ІК	2,02 ± 0,94	5,64 ± 0,24 <i>a</i>	5,48 ± 0,41 <i>a</i>
ІЛГ	4,85 ± 0,29	2,09 ± 0,07 <i>a</i>	2,60 ± 0,18 <i>a, б</i>
ІЛ ШОЕ	1,33 ± 0,20	2,32 ± 0,13 <i>a</i>	2,41 ± 0,26 <i>a</i>

Примітка. Достовірна різниця показників щодо: *a* – контрольної групи; *б* – хворих на сальмонельоз (p < 0,05–0,001, використано t-критерій Стьюдента)

Значне збільшення РВН у всіх обстежених свідчить про декомпенсовану ендогенну інтоксикацію [19]. Зниження Ілімф вказує на активну адаптивну реакцію білої крові та імунodefіцитний стан клітинного типу, зокрема на зниження неспецифічного протиінфекційного захисту внаслідок інтоксикації. Зниження ІСЕЛ відображає переважання реакцій уповільненого типу над гіперчутливістю негайного типу, що призводить до запуску алергічних механізмів на тлі інтоксикації та знаходить своє підтвердження у змінах ІА [16, 18, 19].

Підвищення ЯІ відображає запальну реакцію середнього ступеня тяжкості, зміни білого па-

ростка крові на антигенну і цитокинову стимуляцію. Зростання засвідчує інтоксикацію та порушення здатності нейтрофілів елімінувати антиген у зв'язку із збільшенням кількості молодих форм (паличкоядерних нейтрофілів) [15, 16]. Наявність гострого запального процесу відображає ПІ (табл.2) [15].

Перспектива подальшого використання розробленого Android-додатку, полягає у впровадженні у лікувально-діагностичний процес з метою об'єктивізації виразності інтоксикації, здатності організму хворого до ефективної імунної відповіді та швидкої корекції лікування.

### Висновки

1. Для автоматизованого розрахування показників ендогенної інтоксикації та імунореактивності розроблено мобільний додаток для операційної системи Android. Це дозволяє лікарю у хворих на гострі кишкові інфекційні захворювання без застосування високовартісного устаткування об'єктивізувати і пришвидшити визначення ступеня ендогенної інтоксикації та здатності організму хворого до ефективної імунної відповіді.

Це сприяє оперативному корегуванню лікувальної тактики, попередженню небажаних наслідків і прийняття рішення з подальшого лікування і спостереження за реконвалесцентом. А в умовах страхової медицини це дасть можливість підтвердити відповідність і ефективність призначеного лікування.

2. Встановлено при госпіталізації виразну ендогенну інтоксикацію та запальну реакцію у шлунково-кишковому тракті хворих усіх груп,



про що свідчить збільшення інтегративних показників ендогенної інтоксикації: ЛПІ, ІЗЛК, ГПІ, ІСНМ, ЯІ, ПІ ( $p < 0,05$ ). Зміна ІК ( $p < 0,05$ ) вказує на розвиток інтоксикації та запальної реакції середнього ступеня тяжкості, РВН ( $p < 0,05$ ) – на декомпенсований ендотоксикоз. Одночасне підвищення ІЗЛК, ІЛ ШОЕ та зниження ІЛГ ( $p < 0,05$ ) пов'язано з розвитком ендогенної інтоксикації та порушенням імунологічної реактивності внаслідок автоінтоксикації організму. Зменшення І лімф, ІСЕЛ, ІА ( $p < 0,05$ ) обумовлено активною адаптивною реакцією білої крові та імунодефіцитним станом

клітинного типу, зокрема зниженням неспецифічного протиінфекційного захисту внаслідок інтоксикації і відображає переважання реакцій уповільненого типу над гіперчутливістю негайного типу, що призводить до запуску алергічних механізмів на тлі інтоксикації. ПР та ІСЛМ залишались незмінними.

3. Зміни інтегративних показників були однотипні, як при сальмонельозі, так і при ГКІ, спричинених умовно патогенним збудниками, хоча відхилення індексів ГПІ, ПІ, Ілімф, ІСЕЛ, ІА, ЯІ, ІЛГ були виразніші при сальмонельозі.

### References (список літератури)

1. Alberta Health and Wellness Public Health Notifiable Disease Management Guidelines Salmonellosis. 2011; 1–7.
2. Panichev VO, Klymniuk SI, Pokryshko OV. [Monitorynh tsyrkuliatsii zbudnykiv salmonelozu na terytorii Ternopolia protiahom 2009–2010 rokiv.] *Infektsiini khvoroby*. 2011; 4: 48–50.
3. Usachova VO, Dralova OA, Konakova OV. [Salmoneloz u ditei: suchasni problemni pytannia ta mozhlyvist korektsii terapii.] *Infektsiini khvoroby*. 2012; 4: 63–67.
4. Bodnar GB. [Clinico–biochemical markers of endogenous intoxication syndrome at chronic constipation in children.] *Clin. and experim. pathol.* 2013; 12, 1(43): 39–41.
5. Andreichyn SM, Holomsha TO. [Suchasni uivlennia pro metabolichnu endohennu intoksykatsiiu.] *Infektsiini khvoroby*. 2012; 1(67): 84–88.
6. Kobets TV, Gostischeva EV, Kobets AA, Gavrikov IV. [Integral leukocyte index as a criterion for evaluation of the severity of endogenous intoxication, and response to treatment in children with atopic dermatitis.] *13 Original article Bulletin of Physiotherapy and Health Resort*. 2012; 18(3): 72–74.
7. Matveev SB, Smirnov SV, Tazina EV, Shakhlamov MV, Godkov MA, Borisov VS. [The dynamics of endogenic intoxication in patients with extensive burns.] 2013; 2: 10–20.
8. Chemych MD, Andreichyn MA, Zakhlebaieva VV. [Intehratyvni pokaznyky endoheknnoi intoksykatsii ta hematolohichni zminy pry shyhelozii.] *Infektsiini khvoroby*. 2009; 2: 42–47.
9. Eheita Sarrionandia M. A., León S. H., Baamonde C. S. [Invasive gastroenteritis, anything new?] *Enferm. Infecc. Microbiol. Clin.* 2011; 3: 55–60.
10. Khan MI, Soofi SB, Ochiai RL. [Epidemiology, clinical presentation, and patterns of drug resistance of Salmonella Typhi in Karachi, Pakistan.] *J. Infect. Dev. Ctries*. 2012; 6(10): 704–714.
11. Barrow PA, Jones MA, Smith AL. [P. Wigley The long view: Salmonella – the last forty years.] *Avian Pathol.* 2012; 41(5): 413–420.
12. Bubalo VO. [Suchasnyi stan zakhvoriuvanosti na salmoneloz v Ukraini.] *Ukrainskyi medychnyi almanakh*. 2013; 16(3): 26–28.
13. Ostrovska LY, Moshel TM, Ivanyskyi IO. [Analiz pokaznykiv hemohram u patsiientiv iz zapalnymy i zapalno-dystrofichnymy zminamy tkanyn parodonta.] *Visnyk problem biologii i medytsyny*. 2016; 1, 1(126): 360–363.
14. Zubchenko SO, Akimova VM, Lapovets LYe. [Vyavlennia donozolohichnykh porushen na pidstavi zmin intehralnykh hematolohichnykh indeksiv u patsiientiv z latentnoiu stadiieiu khronichnoi epshteina–barr virusnoi infektsii.] *Visnyk problem biologii i medytsyny*. 2014; 4, 1(113): 125–128.
15. Sipliviy VA, Kon EV, Evtushenko DV. [Ispolzovanie leykotsitarnykh indeksov dlya prognozirovaniya ishoda peritonita.] *Klinichna khirurgiia*. 2009; 9: 21–26.
16. Ivashchuk SI. [Imunologichna reaktivnist organizmu hvorih na gostriy pankreatit zalezho vid genezu.] *Bukovinskiy medichnyi visnik*. 2014; 18, 4 (72): 38–42.
17. Dzhuriak VS. [Klitynna reaktivnist ta riven klitynnoho napruzhennia orhanizmu khvorykh na nehospitalnu pnevmoniiu.] *Klinichna ta eksperymentalna patolohiia*. 2015; 9, 4 (54): 32–35.



18. Ivashchuk SI. [Klitynna reaktyvnist i riven adaptatsiinoho napruzhenia u khvorykh na hostryi pankreatyt.] *Medytsyna transportu Ukrainy*. 2014; 3: 16–21.
19. Raznatovskaya EN. [Integralnyie indeksyi endogennoy intoksikatsii u bolnyih himiorezistentnyim tuberkulezom legkih.] *Aktualni pytannia farmatsevtichnoi i medychnoi nauky ta praktyky*. 2012; 2(9): 119–120.
20. Android Studio. The Official IDE for Android [elektronniy resurs] – rezhim dostupu: <https://developer.android.com/studio/index.html> – nazva z ekranu.
21. Start Android [elektronniy resurs] – rezhim dostupu: <http://startofandroid.com> – nazva z ekranu.
22. Gerbert Schildt. *Java 8. Polnoe rukovodstvo, 9-e izdanie = Java 8. The Complete Reference, 9th Edition*. — M.: «Vilyams», 2015:1376.
23. Key S. Horstmann, Gari Kornell. *Java. Biblioteka professionala, tom 1. Osnovyi. 9-e izdanie = Core Java, Volume I: Fundamentals (9th Edition)*. — M.: «Vilyams», 2013: 864.
24. Mustafina ZhG, Kramarenko YuS, Kobtseva VYu. [Integralnyie gematologicheskie pokazateli v otsenke immunnoy reaktivnosti organizma u bolnyih s oftalmologiyey.] *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. 1999; 5: 47–49.
25. Orehova NS, Tsepova EL. [Integralnyie gematologicheskie indeksyi pri gingivite u beremennyih.] *Parodontologiya*. 2007; 2: 9–11.

(received 15.11.2016, published online 29.12.2016)

(одержано 15.11.2016, опубліковано 29.12.2016)

