

**"VICTOR BABEȘ" UNIVERSITY OF MEDICINE AND PHARMACY
FROM TIMIȘOARA
FACULTY OF MEDICINE
DEPARTMENT X – SURGERY II**

DAIANA IZABELA TOMA



PhD THESIS

**IMPROVING THE QUALITY OF MEDICAL SERVICES
AND CRITICAL PATIENT SAFETY THROUGH THE
IMPLEMENTATION OF AN INTEGRATED CARE
AND MONITORING MODEL**

- A B S T R A C T -

**Scientific Coordinator:
PROF. DR. DOREL SĂNDESC**

**Timișoara
2026**

1. INTRODUCTION AND RESEARCH MOTIVATION

The safety of the critical patient represents one of the most complex challenges of contemporary medicine, situated at the intersection of scientific progress, the organization of healthcare systems, and the ethical responsibility of medical practice. The rapid development of surgical techniques, the increasing complexity of treated cases, and the aging of the population have led to an unprecedented expansion in the number of high-risk patients requiring intensive care, in a context in which the resources allocated to critical care frequently remain insufficient relative to demand.

In clinical practice, the deterioration of the hospitalized patient generally occurs progressively rather than as a sudden event, frequently preceding the occurrence of major adverse events such as cardiorespiratory arrest, unplanned transfer to the intensive care unit (ICU), or death. In most cases, these events are preceded by physiological changes that are detectable several hours before the onset of manifest decompensation. In the same context, healthcare-associated infections (HAIs) continue to contribute significantly to the morbidity and mortality of critical patients, while medical documentation performed manually entails a substantial consumption of human resources, limiting the time available for direct patient care.

These three major dimensions — insufficiently recognized clinical deterioration, nosocomial infections, and the limitations of traditional documentation — cannot be understood as independent problems but rather reflect dysfunctions of the same systemic mechanism, characterized by the fragmentation of the care process. The particularities of the Romanian healthcare system amplify these challenges: the chronic shortage of personnel, the underreporting of nosocomial infections documented in the 2023 WHO report for Romania, infrastructure variability, and the institutional culture in which adverse event reporting is frequently perceived as a sanction risk constitute significant barriers.

2. AIM AND OBJECTIVES OF THE RESEARCH

2.1. General aim

The general aim of the doctoral thesis is to evaluate the impact of an integrated care and monitoring model on the quality of care and safety of the critical patient, through the analysis of three complementary interventions applied along the trajectory of the high-risk patient, carried out within the "Pius Brînzeu" Emergency County Clinical Hospital of Timișoara (SCJUPBT).

2.2. Working hypotheses

Hypothesis 1. The implementation of a proactive rapid response system, based on a mobile team of intensivists (TIM), is associated with a reduction in in-hospital mortality among surgical patients.

Hypothesis 2. The application of a structured quality improvement project (QIP), built around a multimodal bundle of measures, is correlated with a decrease in the incidence of HAIs and a more favorable clinical course in critical patients.

Hypothesis 3. The introduction of a digital patient data management system (PDMS) in the ICU improves the quality of care and patient safety through the automation of monitoring and the recovery of time for direct patient care.

2.3. Specific objectives

- To evaluate the effects of introducing the TIM team on in-hospital mortality and the clinical course of surgical patients in a tertiary university hospital.
- To evaluate a QIP built on a multimodal HAI prevention strategy, monitoring the infection rate and in-hospital mortality in the ICU.
- To evaluate how digitalization, through the introduction of a PDMS, influences the quality of care and the safety of the critical patient.

3. MATERIALS AND METHODS

All three studies of the thesis were designed as observational cohort analyses with a retrospective before-after design, conducted within SCJUPBT, a tertiary referral center. The studies were approved by the Ethics Committee of UMFVBT and the Ethics Committee of SCJUPBT, in accordance with the provisions of the Declaration of Helsinki.

3.1. Study 1 — Rapid Response System (TIM)

The study included 17,156 adult surgical patients admitted to five surgical wards: the PRETIM cohort (n = 8,518, January–December 2023) and the TIM cohort (n = 8,638, January–December 2024). The intervention consisted of implementing a mobile team composed of one ICU specialist physician and two ICU residents, with proactive operation on two levels: daily follow-up of patients recently discharged from the ICU and surveillance of surgical patients with signs of instability. The primary outcome was in-hospital mortality, while the secondary outcomes included the ICU readmission rate and length of stay. The statistical analysis employed multivariate logistic regression adjusted for age and sex.

3.2. Study 2 — Multimodal Infection Control Project (QIP)

The study included 78 polytrauma patients (35 pre-QIP, January–June 2020; 43 post-QIP, October 2021 – March 2022) admitted to the Polytrauma ICU of SCJUPBT. Non-trauma patients and those with admissions shorter than 48 hours were excluded. The peak periods of the COVID-19 pandemic were excluded. The QIP was structured across three domains: standard and targeted strategies for the prevention and control of nosocomial infections, the optimization of the nurse-to-patient ratio from 1:4 to 1:2, and an antibiotic stewardship program. The statistical analysis used multivariate Poisson regression for the HAI rate, logistic regression for mortality, and multivariate linear regression for length of stay, duration of mechanical ventilation, and antibiotic consumption, with adjustment for age, sex, Injury Severity Score (ISS), and Charlson Comorbidity Index (CCI).

3.3. Study 3 — Digitalization through PDMS

The study included 108 consecutive admissions of adult trauma patients (43 pre-digitalization, 2021–2022; 65 post-digitalization, 2025). The intervention consisted of transitioning from paper-based documentation to a PDMS, introduced in 2024 and fully operational in 2025, with automatic integration of vital signs and device parameters, preformatted order sets, safety alerts, and structured care plans. Clinical protocols remained unchanged. The primary outcome was ICU length of stay, while the secondary outcomes included mortality, HAI rate per 1,000 ICU-days, duration of mechanical ventilation, and antibiotic consumption. The

statistical analysis employed logistic regression for mortality, Poisson regression for the number of HAIs, Gamma regression for length of stay, and negative binomial models for ventilation and antibiotic days, with adjustment for age, sex, ISS, CCI, and season.

4. RESULTS

4.1. Study 1 — TIM

The two cohorts were demographically balanced (mean age 64.7 ± 8.2 years PRETIM vs. 64.7 ± 9.1 years TIM, $p = 0.61$; males 54.6% vs. 55.3%, $p = 0.41$). In-hospital mortality decreased significantly following TIM implementation, from 8.0% (680/8,518) to 5.3% (458/8,638), corresponding to a relative risk of 0.66 (95% CI 0.59–0.74, $p < 0.001$). The relative reduction was approximately 34%, the absolute risk reduction 2.7 percentage points, and the number needed to treat approximately 37 patients.

Subgroup analysis by surgical specialty demonstrated a consistent reduction in mortality across all specialties, with the most pronounced reductions in neurosurgery (adjusted OR 0.55, 95% CI 0.44–0.69, $p < 0.001$) and general surgery III (adjusted OR 0.58, 95% CI 0.44–0.76, $p < 0.001$). Significant reductions were also observed in vascular surgery (adjusted OR 0.64, $p = 0.002$) and general surgery II (adjusted OR 0.74, $p = 0.03$). The median ICU length of stay was significantly shorter post-intervention (2 [1–6] days vs. 3 [1–11] days, $p = 0.018$). The ICU readmission rate did not differ significantly (1.2% vs. 1.5%, $p = 0.27$).

The profile of activation reasons was dominated by post-ICU transition (45.0%), postoperative monitoring (12.7%), and respiratory insufficiency (11.9%), confirming the predominantly proactive use of the team.

4.2. Study 2 — QIP

The two cohorts were demographically comparable, with the exception of sex distribution (males 85.7% pre-QIP vs. 60.5% post-QIP, $p = 0.02$). The total number of HAIs decreased from 48 to 26 episodes, while the proportion of patients with at least one HAI decreased from 42.9% to 30.2%. The most clinically significant reduction was observed for patients with multiple infections (more than two episodes): 10 cases pre-QIP versus 2 cases post-QIP — an 80% decrease. Bronchopneumonia remained the dominant type of HAI.

In multivariate Poisson regression, the independent predictors of the HAI rate were male sex (IRR 3.94, 95% CI 1.39–11.19, $p = 0.009$), ISS (IRR 1.03 per point, $p = 0.005$), and CCI (IRR 1.71, $p = 0.008$). Mortality decreased from 34% to 19%; in multivariate logistic regression, the association of the pre-QIP period with mortality was OR 11.06 (95% CI 0.98–124.70, $p = 0.05$), close to the significance threshold. Significant independent predictors of mortality were male sex (OR 37.38, $p = 0.036$), age (OR 1.07 per year, $p = 0.048$), and ISS (OR 1.09 per point, $p = 0.006$). The trends regarding ICU length of stay (–4.37 days, $p = 0.32$), antibiotic consumption, and duration of mechanical ventilation were favorable but did not reach statistical significance, reflecting the power limitations of the 78-patient cohort.

4.3. Study 3 — PDMS

The two cohorts were comparable (median age 52.0 vs. 50.5 years, $p = 0.73$; median ISS 34.0 in both, $p = 0.95$; median CCI 1.0, $p = 0.38$). In the crude analysis, the median ICU length of stay decreased significantly from 13.0 (IQR 3.0–24.5) to 6.0 (IQR 2.0–13.0) days, $p = 0.02$ —

a 54% reduction. ICU mortality decreased from 18.6% to 6.2% ($p = 0.06$), and the HAI rate from 42.2 to 30.8 episodes per 1,000 ICU-days (RR 0.73, 95% CI 0.41–1.30, $p = 0.28$).

Significant per-patient reductions were observed for VAP (from 27.9% to 10.8%, $p = 0.04$) and BSI (from 23.3% to 7.7%, $p = 0.04$). The most relevant microbiological change was the complete disappearance of *Acinetobacter* spp. (7 cases pre-digitalization vs. 0 post-digitalization, $p = 0.001$), a nosocomial pathogen with extensive resistance and predominantly contact transmission. MRSA remained stable, while *Klebsiella* spp. increased numerically ($p = 0.04$), a trend that requires follow-up.

In multivariate analyses adjusted for age, sex, ISS, CCI, and season, none of the observed differences reached statistical significance (mortality aOR 0.40, $p = 0.45$; length of stay aRR 1.04, $p = 0.87$), reflecting the moderate sample size and the early phase of operational maturation of the system. The consistent direction of the trends nonetheless supports the biological plausibility of the effect.

5. DISCUSSION

The results of the three studies convergently support the hypothesis that an integrated care and monitoring model can improve the quality of care and the safety of the critical patient in a Romanian university hospital. The 34% reduction in in-hospital mortality associated with TIM implementation, with a number needed to treat of only 37 patients, has substantial clinical relevance. The data are consistent with the direction documented internationally: systematic reviews and meta-analyses have confirmed the association of rapid response systems (RRT) with lower rates of in-hospital cardiorespiratory arrest and modest reductions in mortality [1,2], with benefits being more pronounced in mature systems with prompt activation and a reliable afferent component [3]. At the population level, the association between RRT implementation and hospital mortality is not uniformly strong [4], while recent studies with dedicated teams have demonstrated simultaneous reductions in mortality and hospital costs [5], confirming that early intervention generates both clinical and organizational value.

The absence of a significant reduction in ICU readmission requires careful interpretation: the result may reflect the very mechanism of action of the proactive model, which accelerates the recognition of deterioration and timely transfer, rather than completely avoiding intensive care. International literature supports this reading — in a university hospital, readmission rates decreased after RRT implementation [6], whereas other institutions have reported increases in ICU admissions attributed to a lower transfer threshold rather than greater disease severity [7]. The activation profile of the TIM team differs notably from that reported in the classical literature, which is dominated by cardiovascular and respiratory triggers in prospective multicenter studies [8]. The predominance of post-ICU transition (45.0%) and postoperative monitoring (12.7%) indicates a usage pattern shifted upstream along the clinical trajectory, with intervention triggered before the onset of decompensation — a proactive pattern that may explain the magnitude of the observed effect on mortality. The particularity of the study lies in its focus on surgical patients who required ICU care, a vulnerable and relatively underrepresented population in the RRT literature [9,10].

In the case of QIP, the reduction in HAIs and multiple infections is consistent with the patterns observed in international programs dedicated to infection prevention and control [11], with multinational data confirming the vulnerability of ICU patients, where up to 54% present with

suspected or confirmed infections and mortality exceeds 30% [12]. Building on the conceptual framework of the care bundle proposed by Resar et al. [13], previous studies have shown that perioperative bundles and device-specific bundles significantly reduce the incidence of infections [14,15], and Furuya et al. demonstrated that compliance above 95% with the central venous catheter care bundle corresponded to the greatest reductions in catheter-related infections [16]. The particularity of our study lies in the adaptation to the context of a resource-limited ICU and in the integration of the physical barrier principle, transferred from COVID-19 pandemic practice to the prevention of bacterial infections. The nurse-to-patient ratio remains a critical structural factor, a European multicenter study in which Romania also participated showed that a higher number of patients per nurse is significantly associated with a higher frequency of missed care, correlated with higher postoperative mortality [17]. The high compliance in our study, supported by the increase in the nurse-to-patient ratio from 1:4 to 1:2, was the essential organizational condition, in line with the international BACCN guidelines, which recommend 1:2 for level 2 patients.

For the PDMS, the complete disappearance of *Acinetobacter* spp. from the unit's microbial ecosystem represents the strongest clinical finding. Although direct causality cannot be established with certainty, the redistribution of staff time from documentation toward direct care and environmental cleaning provides a plausible hypothesis for the elimination of this pathogen with predominantly contact transmission. The significant reductions in nosocomial infection per patient are consistent with the mechanisms by which PDMS may influence infection control: automated alerts, structured nursing tasks, and systematic follow-up of preventive measures [18]. The effects of digital systems on clinical documentation are well documented — a prospective study demonstrated a reduction in the median time required for checks and documentation from 264 to 62 seconds, with a decrease in the proportion of erroneous vital signs records from 9% to 1.33% [19]. Pankhurst et al. reported that the electronic chart in the ICU reduces documentation errors and saves approximately 44 minutes of nursing time per patient per day [20], while systematic reviews confirm reductions in medication and procedural errors [21]. The trend toward improved survival observed in our cohort is consistent with the Bogale et al. meta-analysis, which reported a mortality decrease ranging from 3% to 7% associated with electronic medical records [22].

The most important conclusion of the thesis lies in the empirically demonstrated complementarity of the three interventions. TIM operates on the surgical wards, proximal to the moment of clinical deterioration, preventing late ICU admissions. QIP acts within the ICU, reducing the infectious burden in already admitted patients. PDMS provides the digital infrastructure that makes the interventions monitorable and sustainable in the long term, offering precisely the infrastructure that renders the category of multimodal interventions demonstrated in the QIP study possible and replicable.

The main limitations of the three studies are common: the retrospective design limits causal inference, the monocentric character limits generalizability, and the sample sizes in the QIP and PDMS studies reduced statistical power for the adjusted analyses. In the TIM study, adjustment exclusively for age and sex represents a limitation inherent to the large volume of included patients, since ASA or CCI scores were not systematically available for the entire cohort of 17,156 patients. From an economic perspective, the reduction in ICU length of stay following PDMS implementation has a direct impact on the cost per episode of intensive care, while the reduction in HAIs following QIP decreases the costs associated with antibiotic therapy. Our results acquire particular significance in the context of the Romanian healthcare

system, where the underreporting of HAIs, the chronic shortage of qualified personnel, and infrastructure variability constitute recognized structural barriers. Demonstrating the feasibility of structured, evidence-based interventions under resource-limited conditions represents in itself a contribution with significant practical relevance for hospitals with comparable profiles in Romania and Eastern Europe.

6. CONCLUSIONS AND ORIGINAL CONTRIBUTIONS

6.1. Main conclusions

- The implementation of the TIM team on the surgical wards was associated with a significant and clinically relevant reduction in in-hospital mortality (from 8.0% to 5.3%, RR 0.66, $p < 0.001$), with the effect being consistent across all evaluated surgical specialties.
- The implementation of QIP led to a reduction in the number of HAIs per patient (from 1.41 to 0.60, $p = 0.03$) and an 80% decrease in cases with multiple infections. Mortality decreased numerically from 34% to 19% ($p = 0.05$), and the independent predictors of HAIs were male sex, trauma severity, and comorbidity.
- The introduction of PDMS was associated with a significant reduction in the median ICU length of stay (from 13.0 to 6.0 days, $p = 0.02$) and with significant per-patient decreases in VAP and BSI. The complete disappearance of *Acinetobacter* spp. represents the strongest signal of clinical impact.
- The three interventions complement each other synergistically: TIM prevents late ICU admissions, QIP reduces the intra-ICU infectious burden, and PDMS provides the digital infrastructure for monitoring and sustainability.

6.2. Original contributions

- The introduction and implementation of an integrated TIM–QIP–PDMS model of care and monitoring for the high-risk surgical patient, as a coherent strategy for improving the quality of medical services and the safety of the critical patient.
- The establishment and evaluation, for the first time in Romania, of a team of intensivists with a dedicated structure and proactive operation on surgical wards, with statistical impact on in-hospital mortality.
- The design and implementation of a QIP adapted to the particularities of a resource-limited ICU, integrating infection control strategies, optimization of the nurse-to-patient ratio, and structured antibiotic stewardship.
- The transfer of the physical barrier principle from COVID-19 pandemic practice to the protocol for preventing bacterial nosocomial infections in the ICU, validated as a conceptual premise of QIP.
- The systematic evaluation of the impact of digital transformation through PDMS on the quality of clinical documentation, organizational efficiency indicators, and infection control.
- The development of a replicable model adapted to the structural constraints of the Romanian healthcare system, proposed as a methodological reference for units with comparable profiles in Romania and Eastern Europe.

6.3. Future research directions

- The development of a national protocol for TIM implementation in Romanian tertiary university hospitals, with standardized activation criteria and performance indicators.
- The elaboration of guidelines and the establishment of HAI control teams that integrate population specifics, the local microbial profile, and available resources.
- The integration of artificial intelligence into PDMS for the generation of personalized predictive alerts (clinical deterioration, sepsis, antimicrobial resistance).
- The evaluation of the integrated TIM–QIP–PDMS model through a multicenter stepped-wedge design, in order to quantify the synergistic benefit.
- The development of a sustainable financing model for digital technologies in the Romanian public healthcare system.

7. SCIENTIFIC PUBLICATIONS WITHIN THE THESIS

1. Toma D, Păpurică M, Rogobete A, Ghenciu LA, Băloi A, Bârsac CR, Bedreag OH, Gizea CA, Hațegan OA, Săndesc D. **Integrated Multimodal Strategy to Reduce Healthcare-Associated Infections in a Trauma ICU: Impact of a Quality Improvement Project.** Journal of Clinical Medicine 2025;14:5826. Impact Factor: 2.9.

2. Toma D, Ghenciu LA, Bedreag OH, Băloi A, Gizea CA, Ritiu SA, Stoicescu ER, Bârsac CR, Păpurică M, Rogobete A, Săndesc D. **Digital Transformation in Critical Care: Implications for Quality of Care, Infection Control, and Clinical Outcomes.** Journal of Clinical Medicine 2025;14:8964. Impact Factor: 2.9.

3. Toma D, Bedreag OH, Andrei D, Păpurică M, Bârsac CR, Băloi A, Rogobete A, Ghenciu LA, Săndesc D. **Implementation of a Rapid Response System in a University Hospital: Impact on In-Hospital Mortality and Surgical Patients Outcomes.** Journal of Clinical Medicine 2024;13:3443. Impact Factor: 2.9.

8. REFERENCES

[1] Jung B, Daurat A, De Jong A, et al. Rapid response team and hospital mortality in hospitalized patients. Intensive Care Med 2016;42:494–504.

[2] Solomon RS, Corwin GS. Effectiveness of rapid response teams on rates of in-hospital cardiopulmonary arrest and mortality: A systematic review and meta-analysis. J Hosp Med 2016;11:438–45.

[3] Rocha HAL, Alcântara ACDC, Rocha SGMO, et al. Effectiveness of rapid response teams in reducing intrahospital cardiac arrests and deaths: a systematic review and meta-analysis. Rev Bras Ter Intensiva 2018;30.

[4] Girotra S, Jones PG, Peberdy MA, et al. Association of Rapid Response Teams With Hospital Mortality in Medicare Patients. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 2022;15.

[5] Sessim-Filho J, Azevedo RPD, Assuncao-Jr AN, et al. Dedicated rapid response team implementation associated with reductions in hospital mortality and hospital expenses: a retrospective cohort analysis. Int J Qual Health Care 2025;37:mzaf030.

- [6] Bergamasco E Paula R, Tanita MT, Festti J, et al. Analysis of readmission rates to the intensive care unit after implementation of a rapid response team in a University Hospital. *Med Intensiva* 2017;41:411–7.
- [7] White K, Scott IA. Patient characteristics, interventions and outcomes of 1151 rapid response team activations in a tertiary hospital: A prospective study. *Intern Med J* 2016:1398–406.
- [8] Al-Omari A, Al Mutair A, Aljamaan F. Outcomes of rapid response team implementation in tertiary private hospitals: a prospective cohort study. *Int J Emerg Med* 2019;12:31.
- [9] Winters BD, Weaver SJ, Pfoh ER, et al. Rapid-Response Systems as a Patient Safety Strategy: A Systematic Review. *Ann Intern Med* 2013;158:417–25.
- [10] Bonafide CP, Roland D, Brady PW. Rapid Response Systems 20 Years Later: New Approaches, Old Challenges. *JAMA Pediatr* 2016;170:729.
- [11] Vincent J-L, Sakr Y, Singer M, et al. Prevalence and Outcomes of Infection Among Patients in Intensive Care Units in 2017. *JAMA* 2020;323:1478.
- [12] World Health Organization. Global Report on Infection Prevention and Control. 1st ed. Geneva: WHO; 2022.
- [13] Resar R, Griffin FA, Haraden C, Nolan TW. Using Care Bundles to Improve Health Care Quality. Institute for Healthcare Improvement; 2012.
- [14] Borgert MJ, Goossens A, Dongelmans DA. What are effective strategies for the implementation of care bundles on ICUs: a systematic review. *Implement Sci* 2015;10:119.
- [15] Weiser MR, Gonen M, Usiak S, et al. Effectiveness of a multidisciplinary patient care bundle for reducing surgical-site infections. *Br J Surg* 2018;105:1680–7.
- [16] Furuya EY, Dick AW, Herzig CTA, et al. Central Line–Associated Bloodstream Infection Reduction and Bundle Compliance in Intensive Care Units: A National Study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2016;37:805–10.
- [17] Ball JE, Bruyneel L, Aiken LH, et al. Post-operative mortality, missed care and nurse staffing in nine countries: A cross-sectional study. *Int J Nurs Stud* 2018;78:10–5.
- [18] Joshi M, Ashrafian H, Arora S, et al. Digital Alerting and Outcomes in Patients With Sepsis: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res* 2019;21:e15166.
- [19] Zhang S, Quan YY, Chen J. Construction and application of an ICU nursing electronic medical record quality control system in a Chinese tertiary hospital: a prospective controlled trial. *BMC Nurs* 2024;23:493.
- [20] Pankhurst T, Lucas L, Ryan S, et al. Benefits of electronic charts in intensive care and during a world health pandemic: advantages of the technology age. *BMJ Open Qual* 2023;12:e001704.
- [21] Shi Q, Wotherspoon R, Morphet J. Nursing informatics and patient safety outcomes in critical care settings: a systematic review. *BMC Nurs* 2025;24:546.
- [22] Bogale TN, Derseh L, Abraham L, et al. Effect of electronic records on mortality among patients in hospital and primary healthcare settings: a systematic review and meta-analyses. *Front Digit Health* 2024;6:1377826.

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „VICTOR BABEȘ”
DIN TIMIȘOARA**

**FACULTATEA DE MEDICINĂ
DEPARTAMENTUL X – CHIRURGIE II**

DAIANA IZABELA TOMA



TEZĂ DE DOCTORAT

**CREȘTEREA CALITĂȚII SERVICIILOR MEDICALE
ȘI SIGURANȚEI PACIENTULUI CRITIC PRIN
IMPLEMENTAREA UNUI MODEL INTEGRAT
DE ÎNGRIJIRE ȘI MONITORIZARE**

- R E Z U M A T -

Conducător de doctorat
PROF. DR. DOREL SĂNDESC

**Timișoara
2026**

1. INTRODUCERE ȘI MOTIVAȚIA CERCETĂRII

Siguranța pacientului critic reprezintă una dintre cele mai complexe provocări ale medicinei contemporane, situată la intersecția dintre progresul științific, organizarea sistemelor sanitare și responsabilitatea etică a actului medical. Dezvoltarea rapidă a tehnicilor chirurgicale, creșterea complexității cazurilor tratate și îmbătrânirea populației au condus la o expansiune fără precedent a numărului de pacienți cu risc crescut care necesită îngrijire intensivă, într-un context în care resursele alocate terapiei critice rămân frecvent insuficiente raportat la cerere.

În practica clinică, agravarea stării pacientului spitalizat se produce, de regulă, progresiv și nu sub forma unui eveniment brusc, precedând frecvent apariția unor evenimente adverse majore precum stopul cardiorespirator, transferul neplanificat în terapie intensivă (TI) sau decesul. În cele mai multe cazuri, aceste evenimente sunt precedate de modificări fiziologice detectabile cu câteva ore înainte de instalarea decompensării manifeste. În același context, infecțiile asociate asistenței medicale (IAAM) continuă să contribuie semnificativ la morbiditatea și mortalitatea pacienților critici, iar documentația medicală realizată manual implică un consum important de resurse umane, limitând timpul disponibil pentru îngrijirea directă a pacientului.

Aceste trei direcții majore, deteriorarea clinică insuficient recunoscută, infecțiile nosocomiale și limitările documentației tradiționale, nu pot fi înțelese ca probleme independente, ci reflectă disfuncții ale aceluiași mecanism sistemic, caracterizat prin fragmentarea procesului de îngrijire. Particularitățile sistemului sanitar românesc amplifică aceste provocări: deficitul cronic de personal, subraportarea infecțiilor nosocomiale documentată în raportul OMS pentru România din 2023, variabilitatea infrastructurii și cultura instituțională în care raportarea evenimentelor adverse este percepută frecvent ca risc de sancțiune constituie bariere semnificative.

2. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII

2.1. Scopul general

Scopul general al tezei de doctorat este evaluarea impactului unui model integrat de îngrijire și monitorizare asupra calității îngrijirilor și siguranței pacientului critic, prin analiza a trei intervenții complementare aplicate de-a lungul traseului pacientului cu risc crescut, desfășurate în cadrul Spitalului Clinic Județean de Urgență „Pius Brînzeu” Timișoara (SCJUPBT).

2.2. Ipoteze de lucru

Ipoteza 1. Implementarea unui sistem proactiv de răspuns rapid, bazat pe o echipă mobilă de medici ATI (TIM), este asociată cu reducerea mortalității intraspitalicești la pacienții chirurgicali.

Ipoteza 2. Aplicarea unui proiect structurat de îmbunătățire a calității (QIP), construit în jurul unui pachet de măsuri multimodal, este corelată cu scăderea incidenței IAAM și o evoluție clinică mai favorabilă la pacienții critici.

Ipoteza 3. Introducerea unui sistem digital de management al datelor pacientului (PDMS) în TI îmbunătățește calitatea îngrijirilor și siguranța pacientului prin automatizarea monitorizării și recuperarea de timp pentru îngrijirea directă.

2.3. Obiectivele specifice

- Evaluarea efectelor introducerii echipei TIM asupra mortalității intraspitalicești și a evoluției clinice a pacienților chirurgicali într-un spital universitar terțiar.
- Evaluarea unui QIP construit pe o strategie multimodală de prevenire a IAAM, urmărind rata infecțiilor și mortalitatea intraspitalicească în TI.
- Evaluarea modului în care digitalizarea, prin introducerea unui PDMS, influențează calitatea îngrijirilor și siguranța pacientului critic.

3. MATERIAL ȘI METODĂ

Toate cele trei studii ale tezei au fost concepute ca analize de cohortă observaționale, cu design retrospectiv înainte-după, desfășurate în cadrul SCJUPBT, centru terțiar de referință. Studiile au fost aprobate de Comisia de Etică a UMFVBT și de Comisia de Etică a SCJUPBT, în conformitate cu prevederile Declarației de la Helsinki.

3.1. Studiul 1 — Sistemul de răspuns rapid (TIM)

Studiul a inclus 17.156 de pacienți chirurgicali adulți internați în cinci secții chirurgicale: cohorta PRETIM (n = 8.518, ianuarie–decembrie 2023) și cohorta TIM (n = 8.638, ianuarie–decembrie 2024). Intervenția a constat în implementarea unei echipe mobile compuse dintr-un medic specialist TI și doi rezidenți TI, cu funcționare proactivă pe două paliere: urmărirea zilnică a pacienților recent externați din TI și supravegherea pacienților chirurgicali cu semne de instabilitate. Obiectivul primar a fost mortalitatea intraspitalicească, iar obiectivele secundare au inclus rata de readmisie în TI și durata de spitalizare. Analiza statistică a folosit regresie logistică multivariată ajustată pentru vârstă și sex.

3.2. Studiul 2 — Proiect multimodal de control al infecțiilor (QIP)

Studiul a inclus 78 de pacienți de politraumă (35 pre-QIP, ianuarie–iunie 2020; 43 post-QIP, octombrie 2021 – martie 2022) internați în TI Politraumă a SCJUPBT. Au fost excluși pacienții non-traumă și cei cu internări sub 48 de ore. Intervalele de vârf ale pandemiei COVID-19 au fost excluse. QIP a fost structurat pe trei domenii: strategii standard și țintite de prevenire și control al infecțiilor nosocomiale, optimizarea raportului asistentă-pacient de la 1:4 la 1:2 și un program de stewardship antibiotic. Analiza statistică a folosit regresie Poisson multivariată pentru rata IAAM, regresie logistică pentru mortalitate și regresie liniară multivariată pentru durata internării, ventilației mecanice și consumul de antibiotice, cu ajustare pentru vârstă, sex, scorul Injury Severity Score (ISS) și Charlson Comorbidity Index (CCI).

3.3. Studiul 3 — Digitalizarea prin PDMS

Studiul a inclus 108 internări consecutive de pacienți adulți cu traumă (43 pre-digitalizare, 2021–2022; 65 post-digitalizare, 2025). Intervenția a constat în trecerea de la documentația pe hârtie la un PDMS, introdus în 2024 și operațional complet în 2025, cu integrarea automată a semnelor vitale și a parametrilor dispozitivelor, seturi de ordine preformate, alerte de siguranță și planuri de îngrijire structurate. Protocoalele clinice au rămas nemodificate. Obiectivul primar a fost durata internării în TI, iar obiectivele secundare au inclus mortalitatea, rata IAAM per 1000 zile-TI, durata ventilației mecanice, consumul de antibiotice. Analiza statistică a folosit regresie logistică pentru mortalitate, regresie Poisson pentru numărul de

IAAM, regresie Gamma pentru durata internării și modele binomiale negative pentru zilele de ventilație și antibioterapie, cu ajustare pentru vârstă, sex, ISS, CCI și sezon.

4. REZULTATE

4.1. Studiul 1 — TIM

Cele două cohorte au fost echilibrate demografic (vârstă medie $64,7 \pm 8,2$ ani PRETIM vs. $64,7 \pm 9,1$ ani TIM, $p = 0,61$; bărbați 54,6% vs. 55,3%, $p = 0,41$). Mortalitatea intraspitalicească a scăzut semnificativ după implementarea TIM, de la 8,0% (680/8.518) la 5,3% (458/8.638), corespunzând unui risc relativ de 0,66 (95% CI 0,59–0,74, $p < 0,001$). Reducerea relativă a fost de aproximativ 34%, reducerea absolută a riscului de 2,7 puncte procentuale, iar numărul necesar de tratat de aproximativ 37 de pacienți.

Analiza pe subgrupe chirurgicale a demonstrat o reducere consistentă a mortalității în toate specialitățile, cu cele mai pronunțate reduceri în neurochirurgie (OR ajustat 0,55, 95% CI 0,44–0,69, $p < 0,001$) și chirurgia generală III (OR ajustat 0,58, 95% CI 0,44–0,76, $p < 0,001$). Reduceri semnificative au fost observate și în chirurgia vasculară (OR ajustat 0,64, $p = 0,002$) și chirurgia generală II (OR ajustat 0,74, $p = 0,03$). Durata mediană a internării în TI a fost semnificativ mai scurtă post-intervenție (2 [1–6] zile vs. 3 [1–11] zile, $p = 0,018$). Rata readmisiei în TI nu a diferit semnificativ (1,2% vs. 1,5%, $p = 0,27$).

Profilul motivelor de activare a fost dominat de tranziția post-TI (45,0%), monitorizarea postoperatorie (12,7%) și insuficiența respiratorie (11,9%), confirmând utilizarea predominant proactivă a echipei.

4.2. Studiul 2 — QIP

Cele două cohorte au fost comparabile demografic, cu excepția distribuției pe sexe (bărbați 85,7% pre-QIP vs. 60,5% post-QIP, $p = 0,02$). Numărul total de IAAM a scăzut de la 48 la 26 episoade, iar proporția pacienților cu cel puțin o IAAM s-a redus de la 42,9% la 30,2%. Cea mai semnificativă reducere clinică a fost observată pentru pacienții cu infecții multiple (peste două episoade): 10 cazuri pre-QIP versus 2 cazuri post-QIP — o scădere de 80%. Bronhopneumonia a rămas tipul dominant de IAAM.

În regresia Poisson multivariată, predictorii independenți ai ratei IAAM au fost sexul masculin (IRR 3,94, 95% CI 1,39–11,19, $p = 0,009$), ISS (IRR 1,03 per punct, $p = 0,005$) și CCI (IRR 1,71, $p = 0,008$). Mortalitatea a scăzut de la 34% la 19%; în regresia logistică multivariată, asocierea perioadei pre-QIP cu mortalitatea a fost OR 11,06 (95% CI 0,98–124,70, $p = 0,05$), apropiată de pragul de semnificație. Predictorii independenți semnificativi ai mortalității au fost sexul masculin (OR 37,38, $p = 0,036$), vârsta (OR 1,07 per an, $p = 0,048$) și ISS (OR 1,09 per punct, $p = 0,006$). Tendințele privind durata internării în TI (–4,37 zile, $p = 0,32$), consumul de antibiotice și durata ventilației mecanice au fost favorabile, fără să atingă semnificația statistică, reflectând limitările de putere ale lotului de 78 de pacienți.

4.3. Studiul 3 — PDMS

Cele două cohorte au fost comparabile (vârstă mediană 52,0 vs. 50,5 ani, $p = 0,73$; ISS median 34,0 în ambele, $p = 0,95$; CCI median 1,0, $p = 0,38$). În analiza brută, durata mediană de spitalizare în TI a scăzut semnificativ de la 13,0 (IQR 3,0–24,5) la 6,0 (IQR 2,0–13,0) zile,

$p = 0,02$ — o reducere de 54%. Mortalitatea în TI a scăzut de la 18,6% la 6,2% ($p = 0,06$), iar rata IAAM de la 42,2 la 30,8 episoade per 1000 zile-TI (RR 0,73, 95% CI 0,41–1,30, $p = 0,28$).

Reduceri semnificative per pacient au fost observate pentru VAP (de la 27,9% la 10,8%, $p = 0,04$) și BSI (de la 23,3% la 7,7%, $p = 0,04$). Cea mai relevantă modificare microbiologică a fost dispariția completă a *Acinetobacter* spp. (7 cazuri pre-digitalizare vs. 0 post-digitalizare, $p = 0,001$), patogen nosocomial cu rezistență extinsă și transmitere predominant de contact. MRSA s-a menținut stabil, iar *Klebsiella* spp. a crescut numeric ($p = 0,04$), tendință care necesită urmărire.

În analizele multivariate ajustate pentru vârstă, sex, ISS, CCI și sezon, niciuna dintre diferențele observate nu a atins semnificația statistică (mortalitate aOR 0,40, $p = 0,45$; durata internării aRR 1,04, $p = 0,87$), reflectând dimensiunea moderată a lotului și faza incipientă de maturizare operațională a sistemului. Direcția consistentă a tendințelor susține totuși plauzibilitatea biologică a efectului.

5. DISCUȚII

Rezultatele celor trei studii susțin convergent ipoteza că un model integrat de îngrijire și monitorizare poate îmbunătăți calitatea îngrijirilor și siguranța pacientului critic într-un spital universitar românesc. Reducerea de 34% a mortalității intraspitalicești asociate implementării TIM, cu un număr necesar de tratat de doar 37 de pacienți, are o relevanță clinică substanțială. Datele se înscriu în direcția documentată internațional: revizuri sistematice și meta-analize au confirmat asocierea sistemelor de răspuns rapid (RRT) cu rate mai scăzute de stop cardiorespirator intraspitalicesc și cu reduceri modeste ale mortalității [1,2], beneficiile fiind mai consistente în sistemele mature, cu activare promptă și componentă aferentă fiabilă [3]. La nivel populațional, asocierea dintre implementarea RRT și mortalitatea spitalicească nu este uniform puternică [4], iar studii recente cu echipe dedicate au arătat reducerea simultană a mortalității și a costurilor spitalicești [5], confirmând că intervenția precoce generează valoare atât clinică, cât și organizațională.

Lipsa unei reduceri semnificative a readmisiei în TI necesită o interpretare atentă: rezultatul poate reflecta chiar mecanismul de acțiune al modelului proactiv, care accelerează recunoașterea deteriorării și transferul oportun, mai degrabă decât evitarea completă a îngrijirii intensive. Date din literatura internațională susțin această lectură — într-un spital universitar, ratele de readmisie au scăzut după implementarea RRT [6], în timp ce alte instituții au raportat creșteri ale admisiilor în TI atribuite unui prag de transfer mai scăzut, nu unei severități mai mari a bolii [7]. Profilul motivelor de activare al echipei TIM diferă notabil de cel raportat în literatura clasică, dominată de triggeri cardiovasculari și respiratori în studiile prospective multicentrice [8]. Predominanța tranziției post-TI (45,0%) și a monitorizării postoperatorii (12,7%) indică un mod de utilizare deplasat spre amonte pe traiectoria clinică, cu intervenție declanșată înainte de instalarea decompensării — tipar proactiv care poate explica magnitudinea efectului observat asupra mortalității. Particularitatea studiului constă în focusul pe pacienții chirurgicali care au necesitat îngrijiri în TI, o populație vulnerabilă și relativ subevaluată în literatura RRT [9,10].

În cazul QIP, reducerea IAAM și a infecțiilor multiple este consistentă cu tiparele observate în programele internaționale dedicate prevenirii și controlului infecțiilor [11], date multinaționale confirmând vulnerabilitatea pacienților din TI, unde până la 54% prezintă infecții suspectate

sau confirmate, iar mortalitatea depășește 30% [12]. Pornind de la cadrul conceptual al bundle-ului de îngrijire propus de Resar et al. [13], studii anterioare au arătat că pachetele perioperatorii și cele specifice dispozitivelor reduc semnificativ incidența infecțiilor nosocomiale [14,15], iar Furuya et al. au demonstrat că o conformitate de peste 95% cu pachetul de îngrijire pentru cateter venos central corespunde celor mai mari reduceri ale infecțiilor de cateter [16]. Particularitatea studiului nostru constă în adaptarea la contextul unei TI cu resurse limitate și în integrarea principiului barierei fizice, transferat din practica pandemică COVID-19 către prevenirea infecțiilor bacteriene. Raportul asistentă-pacient rămâne un factor structural critic, un studiu multicentric european la care a participat și România a arătat că un număr mai mare de pacienți per asistentă se asociază semnificativ cu o frecvență mai mare a îngrijirilor neefectuate, corelate cu mortalitate postoperatorie mai ridicată [17]. Conformitatea ridicată în studiul nostru, susținută de creșterea raportului asistentă-pacient de la 1:4 la 1:2, a fost condiția organizațională esențială, în concordanță cu ghidurile internaționale BACCN care recomandă 1:2 pentru pacienții de nivel 2.

Pentru PDMS, dispariția completă a *Acinetobacter* spp. din ecosistemul microbian al unității reprezintă cel mai puternic finding clinic. Deși cauzalitatea directă nu poate fi stabilită cu certitudine, redistribuirea timpului personalului de la documentație spre îngrijirea directă și curățenia mediului oferă o ipoteză plauzibilă pentru eliminarea acestui germene cu transmitere predominant de contact. Reducerile semnificative ale IAAM per pacient sunt coerente cu mecanismele prin care PDMS poate influența controlul infecțios: alerte automate, taskuri structurate de nursing și urmărire sistematică a măsurilor de prevenție [18]. Efectele sistemelor digitale asupra documentației clinice sunt bine documentate, un studiu prospectiv a evidențiat reducerea timpului median necesar verificărilor și documentării de la 264 la 62 de secunde, cu scăderea proporției înregistrărilor eronate ale semnelor vitale de la 9% la 1,33% [19]. Pankhurst et al. au raportat că dosarul electronic în TI reduce erorile de documentație și economisește aproximativ 44 de minute de timp de nursing per pacient pe zi [20], iar revizuirile sistematice confirmă reducerea erorilor de medicație și a celor procedurale [21]. Tendința spre supraviețuire mai bună observată în cohorta noastră este concordantă cu meta-analiza Bogale et al., care a raportat o scădere a mortalității cuprinsă între 3% și 7% asociată dosarelor medicale electronice [22].

Cea mai importantă concluzie a tezei rezidă în complementaritatea demonstrată empiric a celor trei intervenții. TIM operează pe secțiile chirurgicale, proximal față de momentul deteriorării clinice, prevenind admiterile tardive în TI. QIP acționează în interiorul TI, reducând povara infecțioasă la pacienții deja admiși. PDMS furnizează infrastructura digitală care face intervențiile monitorizabile și sustenabile pe termen lung, oferind exact infrastructura care face posibilă și replicabilă categoria de intervenții multimodale demonstrată în studiul QIP.

Limitările principale ale celor trei studii sunt comune: designul retrospectiv limitează inferența cauzală, caracterul monocentric limitează generalizarea, iar dimensiunile lotului în studiile QIP și PDMS au redus puterea statistică pentru analizele ajustate. În studiul TIM, ajustarea exclusiv pentru vârstă și sex reprezintă o limitare inerentă volumului mare de pacienți incluși, scorurile ASA sau CCI nefiind disponibile sistematic pentru întreaga cohortă de 17.156 de pacienți. Din perspectiva economică, reducerea duratei de spitalizare în TI după implementarea PDMS are impact direct asupra costului per episod de îngrijire intensivă, iar reducerea IAAM în urma QIP diminuează costurile asociate antibioterapiei. Rezultatele noastre capătă o semnificație aparte în contextul sistemului sanitar românesc, unde subraportarea IAAM, deficitul cronic de personal calificat și variabilitatea infrastructurii

constituie bariere structurale recunoscute. Demonstrarea fezabilității unor intervenții structurate, bazate pe dovezi, în condiții de resurse limitate, reprezintă în sine o contribuție cu relevanță practică semnificativă pentru spitalele cu profil comparabil din România și Europa de Est

6. CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII ORIGINALE

6.1. Concluzii principale

- Implementarea echipei TIM pe secțiile chirurgicale a fost asociată cu o reducere semnificativă și clinic relevantă a mortalității intraspitalicești (de la 8,0% la 5,3%, RR 0,66, $p < 0,001$), efectul fiind consistent în toate specialitățile chirurgicale evaluate.
- Implementarea QIP a determinat reducerea numărului de IAAM per pacient (de la 1,41 la 0,60, $p = 0,03$) și o scădere de 80% a cazurilor cu infecții multiple. Mortalitatea a scăzut numeric de la 34% la 19% ($p = 0,05$), iar predictorii independenți ai IAAM au fost sexul masculin, severitatea traumei și comorbiditatea.
- Introducerea PDMS s-a asociat cu o reducere semnificativă a duratei mediane de spitalizare în TI (de la 13,0 la 6,0 zile, $p = 0,02$) și cu scăderi semnificative ale VAP și BSI per pacient. Dispariția completă a *Acinetobacter* spp. reprezintă cel mai puternic semnal de impact clinic.
- Cele trei intervenții se completează sinergic: TIM previne admiterile tardive în TI, QIP reduce povara infecțioasă intra-TI, iar PDMS oferă infrastructura digitală pentru monitorizare și sustenabilitate.

6.2. Contribuții originale

- Introducerea și implementarea unui model integrat TIM–QIP–PDMS de îngrijire și monitorizare a pacientului chirurgical cu risc crescut, ca strategie coerentă de creștere a calității serviciilor medicale și siguranței pacientului critic.
- Constituirea și evaluarea, în premieră în România, a unei echipe de intensiviști cu structură dedicată și funcționare proactivă pe secțiile chirurgicale, cu impact statistic asupra mortalității intraspitalicești.
- Proiectarea și implementarea unui QIP adaptat particularităților unei unități de TI cu resurse limitate, integrând strategii de control al infecțiilor, optimizarea raportului asistentă-pacient și stewardship antibiotic structurat.
- Transferul principiului barierei fizice din practica pandemică COVID-19 în protocolul de prevenire a infecțiilor bacteriene nosocomiale în TI, validat ca premisă conceptuală a QIP.
- Evaluarea sistematică a impactului transformării digitale prin PDMS asupra calității documentației clinice, indicatorilor de eficiență organizațională și controlului infecțios.
- Elaborarea unui model replicabil adaptat constrângerilor structurale ale sistemului sanitar românesc, propus ca reper metodologic pentru unități cu profil comparabil din România și Europa de Est.

6.3. Direcții viitoare de cercetare

- Dezvoltarea unui protocol național de implementare TIM în spitalele universitare terțiare din România, cu criterii standardizate de activare și indicatori de performanță.
- Elaborarea ghidurilor și constituirea echipelor de control al IAAM care să integreze specificul populației, profilul microbian local și resursele disponibile.
- Integrarea inteligenței artificiale în sistemele PDMS pentru generarea de alerte predictive personalizate (deteriorare clinică, sepsis, rezistență antimicrobiană).
- Evaluarea modelului integrat TIM–QIP–PDMS printr-un design stepped-wedge multicentric, pentru cuantificarea beneficiului sinergic.
- Dezvoltarea unui model de finanțare sustenabilă a tehnologiilor digitale în sistemul sanitar public românesc.

7. LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE PUBLICATE ÎN CADRUL TEZEI

1. Toma D, Păpurică M, Rogobete A, Ghenciu LA, Băloi A, Bârsac CR, Bedreag OH, Gizea CA, Hațegan OA, Săndesc D. **Integrated Multimodal Strategy to Reduce Healthcare-Associated Infections in a Trauma ICU: Impact of a Quality Improvement Project.** Journal of Clinical Medicine 2025;14:5826. Factor de impact: 2.9.

2. Toma D, Ghenciu LA, Bedreag OH, Băloi A, Gizea CA, Ritiu SA, Stoicescu ER, Bârsac CR, Păpurică M, Rogobete A, Săndesc D. **Digital Transformation in Critical Care: Implications for Quality of Care, Infection Control, and Clinical Outcomes.** Journal of Clinical Medicine 2025;14:8964. Factor de impact: 2.9.

3. Toma D, Bedreag OH, Andrei D, Păpurică M, Bârsac CR, Băloi A, Rogobete A, Ghenciu LA, Săndesc D. **Implementation of a Rapid Response System in a University Hospital: Impact on In-Hospital Mortality and Surgical Patients Outcomes.** Journal of Clinical Medicine 2024;13:3443. Factor de impact: 2.9.

8. BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

[1] Jung B, Daurat A, De Jong A, et al. Rapid response team and hospital mortality in hospitalized patients. Intensive Care Med 2016;42:494–504.

[2] Solomon RS, Corwin GS. Effectiveness of rapid response teams on rates of in-hospital cardiopulmonary arrest and mortality: A systematic review and meta-analysis. J Hosp Med 2016;11:438–45.

[3] Rocha HAL, Alcântara ACDC, Rocha SGMO, et al. Effectiveness of rapid response teams in reducing intrahospital cardiac arrests and deaths: a systematic review and meta-analysis. Rev Bras Ter Intensiva 2018;30.

[4] Girotra S, Jones PG, Peberdy MA, et al. Association of Rapid Response Teams With Hospital Mortality in Medicare Patients. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 2022;15.

[5] Sessim-Filho J, Azevedo RPD, Assuncao-Jr AN, et al. Dedicated rapid response team implementation associated with reductions in hospital mortality and hospital expenses: a retrospective cohort analysis. Int J Qual Health Care 2025;37:mzaf030.

- [6] Bergamasco E Paula R, Tanita MT, Festti J, et al. Analysis of readmission rates to the intensive care unit after implementation of a rapid response team in a University Hospital. *Med Intensiva* 2017;41:411–7.
- [7] White K, Scott IA. Patient characteristics, interventions and outcomes of 1151 rapid response team activations in a tertiary hospital: A prospective study. *Intern Med J* 2016:1398–406.
- [8] Al-Omari A, Al Mutair A, Aljamaan F. Outcomes of rapid response team implementation in tertiary private hospitals: a prospective cohort study. *Int J Emerg Med* 2019;12:31.
- [9] Winters BD, Weaver SJ, Pfoh ER, et al. Rapid-Response Systems as a Patient Safety Strategy: A Systematic Review. *Ann Intern Med* 2013;158:417–25.
- [10] Bonafide CP, Roland D, Brady PW. Rapid Response Systems 20 Years Later: New Approaches, Old Challenges. *JAMA Pediatr* 2016;170:729.
- [11] Vincent J-L, Sakr Y, Singer M, et al. Prevalence and Outcomes of Infection Among Patients in Intensive Care Units in 2017. *JAMA* 2020;323:1478.
- [12] World Health Organization. Global Report on Infection Prevention and Control. 1st ed. Geneva: WHO; 2022.
- [13] Resar R, Griffin FA, Haraden C, Nolan TW. Using Care Bundles to Improve Health Care Quality. Institute for Healthcare Improvement; 2012.
- [14] Borgert MJ, Goossens A, Dongelmans DA. What are effective strategies for the implementation of care bundles on ICUs: a systematic review. *Implement Sci* 2015;10:119.
- [15] Weiser MR, Gonen M, Usiak S, et al. Effectiveness of a multidisciplinary patient care bundle for reducing surgical-site infections. *Br J Surg* 2018;105:1680–7.
- [16] Furuya EY, Dick AW, Herzig CTA, et al. Central Line–Associated Bloodstream Infection Reduction and Bundle Compliance in Intensive Care Units: A National Study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2016;37:805–10.
- [17] Ball JE, Bruyneel L, Aiken LH, et al. Post-operative mortality, missed care and nurse staffing in nine countries: A cross-sectional study. *Int J Nurs Stud* 2018;78:10–5.
- [18] Joshi M, Ashrafian H, Arora S, et al. Digital Alerting and Outcomes in Patients With Sepsis: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res* 2019;21:e15166.
- [19] Zhang S, Quan YY, Chen J. Construction and application of an ICU nursing electronic medical record quality control system in a Chinese tertiary hospital: a prospective controlled trial. *BMC Nurs* 2024;23:493.
- [20] Pankhurst T, Lucas L, Ryan S, et al. Benefits of electronic charts in intensive care and during a world health pandemic: advantages of the technology age. *BMJ Open Qual* 2023;12:e001704.
- [21] Shi Q, Wotherspoon R, Morphet J. Nursing informatics and patient safety outcomes in critical care settings: a systematic review. *BMC Nurs* 2025;24:546.
- [22] Bogale TN, Derseh L, Abraham L, et al. Effect of electronic records on mortality among patients in hospital and primary healthcare settings: a systematic review and meta-analyses. *Front Digit Health* 2024;6:1377826.