

**VICTOR BABEȘ UNIVERSITY OF MEDICINE AND
PHARMACY OF TIMIȘOARA
FACULTY OF MEDICINE
DEPARTMENT XV - ORTHOPEDICS, TRAUMATOLOGY,
UROLOGY, AND MEDICAL IMAGING
UNIVERSITY CLINIC OF ORTHOPEDICS AND
TRAUMATOLOGY I**

IONUȚ DUDĂU



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

SUMMARY

Ph.D. THESIS

**INNOVATIVE METHODS FOR OPTIMIZING THE
TECHNICAL SKILL ACQUISITION OF FUTURE
ORTHOPEDIC SURGEONS**

Scientific Coordinator:

PROF. DR. DELEANU BOGDAN NICOLAE

**Timișoara
2026**

Introduction

Orthopedic surgical training has traditionally been grounded in direct clinical exposure, with the operating room representing the central environment for skill acquisition. Within this model, trainees progress from observation to assisted participation and eventually to supervised independent practice. Although this apprenticeship-based approach has successfully shaped generations of surgeons, it is inherently dependent on clinical exposure and therefore subject to variability.

In practice, learning is closely tied to real patient cases, where each procedure offers an opportunity to develop technical skills and clinical judgment. However, this process is influenced by external factors such as case availability, institutional workload, and team structure. As a result, training experiences may differ significantly between individuals, even within the same program.

Orthopedic surgery is particularly characterized by the integration of cognitive understanding with precise manual execution. Unlike disciplines that rely predominantly on theoretical knowledge, orthopedics requires the translation of planning into accurate physical actions. This dual requirement makes the process of skill acquisition more complex, as it involves the coordination of cognitive, psychomotor, and decision-making components.

At the same time, the surgical environment has evolved considerably. Modern orthopedic procedures are increasingly complex, involving advanced implants, minimally invasive techniques, and technology-assisted approaches. These developments have raised the standards of precision and have made the learning process more demanding from the early stages of training.

Technical skill acquisition is therefore central to clinical performance. Even small variations in execution, such as implant positioning or alignment, can significantly influence patient outcomes. Competence in orthopedic surgery is not defined by isolated actions, but by the ability to consistently reproduce precise and controlled performance across different clinical scenarios.

Despite its effectiveness, the traditional training model presents important limitations. The lack of standardization, limited opportunities for repetition, time constraints in the operating room, and variability in feedback can hinder efficient skill development. Additionally, increased emphasis on patient safety and medico-legal considerations has reduced trainee autonomy, particularly in complex procedures.

These challenges highlight the need for more structured and efficient training approaches. Simulation-based learning has emerged as a valuable complement to traditional methods, allowing repeated practice without patient risk and enabling early correction of technical errors. Furthermore, technologies

such as virtual reality, augmented reality, and artificial intelligence provide objective performance assessment and real-time feedback, contributing to more consistent skill acquisition.

Beyond technological innovation, modern surgical education also involves a shift toward competency-based training and structured evaluation frameworks. The integration of these approaches aims to optimize learning while maintaining a strong connection to clinical practice.

The present doctoral thesis focuses on analyzing and improving the process of technical skill acquisition in orthopedic surgery. By evaluating both conventional and innovative training methods, it aims to identify practical strategies that enhance efficiency, consistency, and reproducibility in surgical education, ultimately contributing to improved clinical performance and patient safety.

General section

Technical skill acquisition is a fundamental component of orthopedic surgical training, as safe and effective practice depends not only on knowledge, but on the ability to apply it with precision and consistency. Unlike specialties where theoretical reasoning may dominate, orthopedics requires a constant integration of anatomical understanding, manual dexterity, spatial awareness, and intraoperative decision-making. Every surgical step demands accuracy, making technical competence essential for both performance and patient safety.

However, surgical skill is not defined by manual ability alone. It reflects the interaction of multiple domains. Psychomotor skills, such as coordination and control of movement, are highly visible and critical in procedures involving drilling, implant placement, or fracture reduction. At the same time, these actions are guided by a strong cognitive foundation. Surgeons must understand anatomy, anticipate complications, and mentally plan each step. Decision-making also plays a key role, as intraoperative conditions often require rapid adaptation. In addition, perception, particularly tactile and visual feedback, helps guide precise execution. These elements are further influenced by factors such as stress, fatigue, and concentration, which affect performance consistency.

Because these components are closely interconnected, skill acquisition is a gradual and structured process. Educational models describe a progression from initial understanding to refined and eventually automatic performance. Early learning is effortful and error-prone, but with practice, movements become more efficient and controlled. Importantly, improvement depends not only on repetition, but on focused, goal-oriented practice and continuous feedback.

Breaking complex procedures into smaller steps and progressively increasing difficulty helps reduce cognitive overload and supports more effective learning.

The learning curve reflects how surgical performance evolves with experience, typically through improvements in speed, accuracy, and consistency. In orthopedic surgery, progress is rarely linear. Early stages are marked by rapid gains as trainees learn basic steps, while later improvements become slower and more refined. The complexity of the procedure plays a major role, simpler techniques can be mastered relatively quickly, whereas procedures like arthroscopy or joint replacement require longer training due to higher technical demands. At the same time, progression is influenced not only by the procedure itself, but also by factors such as supervision quality, exposure frequency, prior experience, and access to structured or simulation-based training. Because early learning is often associated with variability and higher risk, there is a strong rationale for shifting part of this process outside the operating room.

Traditionally, orthopedic training has relied on an apprenticeship model, where trainees progress from observation to active participation under supervision. This approach remains valuable because it exposes learners to real clinical complexity and supports the development of both technical and non-technical skills. Cadaveric training and workshops further enhance this process by allowing repeated practice in a safe environment.

However, this model also has important limitations. Training opportunities are often inconsistent, repetition is limited, and time constraints reduce teaching moments. In addition, increasing concerns regarding patient safety and legal responsibility restrict trainee autonomy. Feedback, although immediate, is often brief and not always structured enough to support deeper learning.

These constraints have encouraged the development of innovative training strategies that complement, rather than replace, clinical exposure. Simulation-based training has emerged as one of the most valuable of these approaches. Its main strength lies in the possibility of repetition without risk. Technical steps can be practiced multiple times under controlled conditions until they become more consistent, allowing early correction of errors and the development of confidence before entering the operating room. Simulation also enables standardization, since all trainees can practice the same task under identical conditions, which makes learning more comparable and easier to assess. In orthopedics, this may involve simple synthetic bone models, cadaveric setups, or more advanced platforms.

Virtual and augmented reality further enhance surgical training by improving spatial understanding, enabling objective performance evaluation, and guiding execution in real time. Virtual reality is especially valuable for procedures that rely on indirect visualization and precise motor control, such as arthroscopy or implant navigation. In contrast, augmented reality supports learning by overlaying key information directly onto the operative field, helping trainees better understand alignment, trajectories, and procedural steps. Artificial intelligence adds an additional dimension by making training more personalized and objective, offering real-time feedback, identifying errors, and distinguishing between beginner and expert performance.

At the same time, digital platforms and e-learning tools have become essential components of modern orthopedic education. They allow trainees to prepare more effectively by reviewing procedures, accessing structured content, and learning at their own pace. Telementoring further expands these possibilities by providing real-time guidance from experienced surgeons, regardless of location. While these technologies offer clear advantages, their true value depends on how well they are integrated into training. They are not meant to replace clinical experience, but to enhance preparation, improve assessment, and support a more structured and efficient learning process.

Special section

This doctoral research was developed in response to the increasing need for more effective and structured approaches in undergraduate orthopedic training. In the current context of medical education, traditional teaching models are challenged by reduced clinical exposure, limited opportunities for repeated supervised practice, and the growing complexity of surgical procedures. Within this framework, the thesis explores whether student-centered educational strategies can improve technical skills, theoretical understanding, and overall clinical readiness.

The main objective of this research was to assess the impact of modern, practice-oriented teaching methods, particularly simulation-based learning and peer-assisted learning. These approaches were chosen for their ability to address key limitations of conventional training by encouraging active participation, structured learning, and more consistent, targeted feedback.

To achieve this aim, the research focused on multiple dimensions of learning. It examined the development of technical skills relevant to orthopedic practice, including fracture management, surgical principles, and basic procedural techniques, as well as the evolution of non-technical competencies such as communication, teamwork, and situational awareness. In parallel, the

study assessed the impact of these interventions on students' self-confidence, perceived preparedness for clinical activity, and theoretical knowledge acquisition. Additional analyses explored the influence of training level and demographic factors on educational outcomes, as well as the reliability of tailored assessment tools.

A further objective was to investigate the dual role of peer-assisted learning, both as a method of knowledge transfer and as a means of enhancing the educational experience of student tutors. Overall, this research was guided by the premise that structured, student-centered interventions can generate multidimensional benefits, extending beyond knowledge acquisition to include confidence, engagement, and professional development. Through this approach, the thesis contributes to the advancement of a more modern, competency-based framework for orthopedic education.

First study explored the impact of the COVID-19 pandemic on surgical education and on the perceptions of Romanian medical students interested in surgical careers, with a particular focus on the role of digital learning in a field where direct clinical exposure and hands-on practice remain essential. The pandemic forced medical education to adapt rapidly, accelerating the adoption of online teaching, webinars, digital platforms, and other technology-based approaches. While these changes ensured continuity of instruction, they also raised important concerns regarding the quality of practical training, student engagement, and the long-term place of digital tools in medical education.

This research was designed as an observational, multicenter, cross-sectional study conducted among medical students from several Romanian universities. Data were collected through a structured 48-item online questionnaire distributed via social media platforms, mainly WhatsApp and Instagram groups associated with medical students. The survey targeted students in clinical years, as well as preclinical students who had explicitly expressed an interest in pursuing a surgical career. A total of 451 responses were initially recorded, and after exclusion of incomplete or ineligible responses, the final sample included 436 participants. The instrument assessed demographic data, perceptions of online and in-person teaching, attitudes toward hybrid education, views on academic integrity, and interest in emerging tools such as artificial intelligence and advanced educational technologies. Statistical analysis was performed using non-parametric methods, and the questionnaire demonstrated acceptable internal consistency.

The findings revealed a clear distinction in how students perceived digital education depending on the nature of the learning activity. Online teaching was considered reasonably acceptable for lectures, especially when delivered in a

hybrid format, suggesting that students recognized the value of flexibility, accessibility, and time efficiency for theoretical learning. However, this acceptance did not extend to practical training. For laboratory sessions, hands-on activities, and skill-based learning, students strongly preferred in-person instruction, while fully online or hybrid practical formats received consistently low ratings. This result emphasizes a core principle of surgical education: technical and clinical competence still depends heavily on direct experience, supervised practice, and real interaction with patients and clinical teams.

Another important result concerned academic integrity. Students perceived online examinations as significantly more vulnerable to cheating than in-person assessments. This reflects a broader concern regarding the reliability of digital evaluation formats and highlights one of the most important weaknesses of rapid educational digitalization. At the same time, the study showed that students were highly receptive to innovation overall. They expressed a strong preference for more diverse and flexible teaching methods, indicating that they do not reject educational modernization, but rather expect digital tools to be integrated selectively and meaningfully.

The study also showed that artificial intelligence has already become a familiar element in student learning. More than half of respondents reported regular use of AI-based applications, with chatbot platforms such as ChatGPT and Gemini being the most common. Interest in expanding the role of AI in medical education was high, suggesting that students view these technologies as useful complementary tools. In contrast, confidence in faculty members' ability to effectively use advanced digital technologies was relatively low, pointing to a potential gap between student expectations and institutional preparedness.

An important strength of the study is that these perceptions were largely consistent across years of study, with only minimal variation between academic levels. This suggests that the observed attitudes are not limited to one subgroup, but instead reflect a broader and relatively stable post-pandemic perspective among Romanian medical students interested in surgery.

The first study demonstrates that digital education is not rejected by future surgical trainees, but its role is clearly differentiated. Online and hybrid models are considered useful mainly for theoretical teaching, while practical training remains strongly associated with in-person learning. The study also highlights the growing relevance of artificial intelligence, the persistent concern regarding academic integrity in online examinations, and the need for more balanced, evidence-based hybrid educational models in Romanian medical training.

Second study evaluated the educational impact of a structured, simulation-based orthopedic training program and its role in developing both technical and non-technical competencies among medical students. In the context of modern surgical education, where patient safety, limited clinical exposure, and increasing procedural complexity impose significant constraints on traditional training, simulation-based learning has emerged as a promising complementary approach. This study aimed to determine whether a structured, hands-on workshop conducted in a simulated environment could produce measurable improvements in clinical readiness, procedural understanding, and confidence among undergraduate learners.

The research was designed as a prospective pre–post educational intervention, focusing on multiple dimensions of learning, including technical skills, non-technical competencies, theoretical knowledge, and self-confidence. A cohort of 70 medical students from different years of study voluntarily participated in the program. Prior to the intervention, participants completed a baseline assessment, followed by a post-intervention evaluation immediately after the workshop. A dedicated questionnaire was developed to capture both cognitive and behavioral changes, with internal consistency confirmed through Cronbach’s alpha analysis, supporting the reliability of the instrument.

The educational intervention itself was structured as a practical orthopedic workshop integrating theoretical input with hands-on simulation. The first component addressed fracture first aid and immobilization techniques, including assessment of traumatic injuries and application of plaster splints. The second component focused on fundamental surgical principles, such as incision, dissection, fracture reduction, osteosynthesis, and basic suturing techniques. Throughout the training, emphasis was placed on stepwise learning, repetition, and immediate feedback, as well as on the development of non-technical skills such as communication, situational awareness, and teamwork.

The results demonstrated substantial improvements across all evaluated domains. Confidence levels increased significantly, with median scores rising from moderate baseline values to near-maximum levels after the intervention. This trend was consistent across multiple aspects of trauma management, indicating a broad enhancement in perceived clinical readiness rather than isolated gains. Technical competencies showed equally strong improvements, with participants demonstrating a better understanding of procedural steps, improved recognition of technical errors, and enhanced comprehension of core surgical principles. These changes were statistically significant, with large effect sizes, reflecting a robust educational impact.

Non-technical skills followed a similar pattern, with notable increases in participants' confidence in assisting during procedures, awareness of intraoperative risks, and ability to communicate effectively within a clinical team. Additionally, the perceived importance of structured workshops in medical education increased markedly, suggesting not only skill acquisition but also a shift in attitudes toward more active and practice-oriented learning methods. Theoretical knowledge also improved significantly, with a consistent increase in correct responses across most assessment items, indicating that simulation-based training supported both practical and cognitive integration.

Importantly, these improvements were observed across all years of study. Although baseline competencies varied, post-intervention results showed a uniform upward trend, suggesting that the educational benefits of the workshop were independent of prior experience. This finding highlights the versatility of simulation-based learning, as it can support both early-stage learners and more advanced students.

The discussion of the study reinforces the growing body of evidence supporting simulation as a core component of modern surgical education. The observed improvements in technical precision, confidence, and non-technical skills are consistent with previous research demonstrating that structured, feedback-oriented practice enhances both performance and learning efficiency. Simulation also addresses key limitations of traditional training by providing a safe environment for repetition and error correction without patient risk.

However, the study also acknowledges important limitations. The absence of a control group restricts causal interpretation, while reliance on self-reported measures introduces potential bias. Furthermore, the short-term assessment does not allow conclusions regarding long-term retention or transfer of skills to real clinical practice. Additional limitations include the relatively small sample size and the lack of cost-effectiveness analysis.

Despite these constraints, the findings strongly support the integration of structured simulation-based training into undergraduate orthopedic education. The results demonstrate that even short, focused interventions can produce rapid and meaningful improvements across multiple domains of competence. Overall, this study highlights the potential of simulation-based learning to enhance surgical training in a consistent, efficient, and scalable manner, contributing to better preparedness and ultimately improved patient care.

Third study investigated the role of Peer-Assisted Learning (PAL) in undergraduate orthopedic education, focusing on how this model supports the transition of students from passive learners to active participants and, in some cases, to emerging educators. In the context of modern medical education,

where there is an increasing shift toward student-centered learning, PAL offers a promising approach by promoting engagement, collaboration, and the development of both technical and interpersonal competencies. This study aimed to evaluate the educational impact of a structured PAL-based orthopedic workshop on learners and peer tutors, with particular attention to technical confidence, conceptual understanding, anxiety, and overall perception of the learning experience.

The study was designed as a quasi-experimental educational intervention conducted among medical students at different stages of training. A group of senior students with a demonstrated interest in orthopedics was selected and trained as peer tutors, while undergraduate participants were recruited through an open registration process. The intervention consisted of a structured, station-based workshop in which each tutor guided a small group of learners through a series of essential orthopedic procedures, including suturing, wound debridement, cast application, and basic osteosynthesis techniques. The training emphasized both demonstration and hands-on practice, supported by immediate feedback and interactive discussion. Data were collected using pre- and post-intervention assessments that evaluated knowledge acquisition, perceived competence, and attitudinal changes.

The results demonstrated clear and consistent improvements across all evaluated domains. Participants reported a significant increase in technical confidence, with higher self-perceived ability to perform fundamental orthopedic procedures. This improvement was not limited to a single skill, but extended across multiple tasks, suggesting a coherent and broad educational effect. In parallel, conceptual understanding also improved, with participants showing better comprehension of key orthopedic principles and increased readiness for clinical rotations. These findings indicate that the PAL model facilitated not only practical skill development but also the integration of theoretical knowledge with clinical application.

An equally important outcome was the substantial reduction in anxiety-related responses. Participants reported lower levels of fear when performing procedures, decreased concern about technical errors, and reduced intimidation associated with traditional, faculty-led environments. This suggests that the peer-based format created a more psychologically safe learning environment, encouraging active participation and reducing barriers to engagement. The improvement in comfort when asking questions and receiving feedback further supports this interpretation, highlighting the role of social and cognitive congruence in enhancing learning effectiveness.

The perception of PAL as an educational strategy also improved significantly. Students expressed increased trust in peer tutors, greater satisfaction with the learning process, and stronger agreement that peer teaching helps bridge the gap between theoretical knowledge and practical application. Importantly, these benefits were observed consistently across different years of study and were not significantly influenced by gender, suggesting that the effectiveness of PAL is broadly applicable across diverse learner groups.

Beyond its impact on learners, the study also highlighted the benefits of PAL for peer tutors. Acting as educators required them to consolidate knowledge, structure information, and develop communication and teaching skills. This dual role reinforced their own learning and contributed to the development of professional competencies such as leadership and confidence. The positive perception of the teaching experience among tutors supports the idea that PAL is not only a learning tool but also a valuable component of professional development.

Despite these positive findings, the study has several limitations. The absence of a control group limits the ability to directly compare PAL with traditional teaching methods, while the reliance on self-reported measures introduces potential bias. In addition, outcomes were assessed only in the short term, making it difficult to evaluate long-term retention and the transfer of skills to real clinical practice. The relatively small sample size and single-center design may also affect the generalizability of the results.

Nevertheless, the findings provide strong evidence that PAL can produce meaningful improvements in both competence and confidence within a relatively short time frame. The results suggest that this model is particularly effective in creating an engaging, supportive, and interactive learning environment that promotes both technical and non-technical skill development. Overall, the study supports the integration of Peer-Assisted Learning into undergraduate orthopedic education as a feasible, scalable, and educationally valuable strategy, capable of enhancing learning outcomes while fostering the development of future clinicians who are not only competent practitioners but also effective communicators and collaborators.

Final conclusions and personal contributions

This doctoral research was built around a simple but important idea: technical skill acquisition in orthopedic surgery is not something that happens automatically through exposure alone, but a process that can be actively shaped, guided, and improved through the right educational strategies. The

findings of this thesis consistently support this perspective and show that modern, student-centered approaches can generate meaningful benefits across multiple dimensions of learning.

One of the main conclusions is that traditional surgical training remains valuable, but is no longer sufficient on its own. Limited repetition, variable feedback, and unequal clinical exposure make the learning process less predictable. In contrast, structured interventions such as simulation-based training and peer-assisted learning offer a more organized, efficient, and supportive framework for developing both technical and non-technical competencies. These methods were associated not only with better procedural understanding and increased confidence, but also with reduced anxiety and improved readiness for clinical practice.

An important personal contribution of this thesis lies in adapting these educational models specifically to undergraduate orthopedic training. The research shows that even short, well-designed interventions can produce clear improvements in technical confidence, theoretical understanding, teamwork, communication, and situational awareness. Another original contribution is the development of tailored assessment tools capable of capturing not only knowledge and technical progress, but also educational perceptions and psychological readiness.

At the same time, this work highlights the value of peer-assisted learning as more than a teaching method. It becomes a space where students grow both as learners and as future educators. Overall, this thesis contributes to the modernization of orthopedic education by proposing a more structured, competency-based, and human-centered vision of training, one that is better aligned with the realities of contemporary medical practice.

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „VICTOR
BABEȘ” DIN TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MEDICINĂ
DEPARTAMENTUL XV - ORTOPEDIE, TRAUMATOLOGIE,
UROLOGIE ȘI IMAGISTICĂ MEDICALĂ
CLINICA UNIVERSITARĂ DE ORTOPEDIE ȘI
TRAUMATOLOGIE I**

IONUȚ DUDĂU



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

REZUMAT

TEZĂ DE DOCTORAT

**METODE INOVATIVE PENTRU OPTIMIZAREA
ACHIZIȚIEI ABILITĂȚILOR TEHNICE ALE
VIITORILOR CHIRURGI ORTOPEZI**

Conducător Științific
PROF. DR. DELEANU BOGDAN NICOLAE

**Timișoara
2026**

Introducere

Formarea chirurgicală în ortopedie s-a bazat în mod tradițional pe expunerea clinică directă, sala de operație reprezentând mediul central pentru dobândirea abilităților. În cadrul acestui model, rezidenții evoluează de la observație la participare asistată și, în final, la practică independentă sub supraveghere. Deși această abordare de tip ucenicie a format cu succes generații de chirurghi, ea depinde în mod inerent de expunerea clinică și, prin urmare, este supusă variabilității.

În practică, procesul de învățare este strâns legat de cazurile reale ale pacienților, fiecare intervenție oferind oportunitatea de a dezvolta abilități tehnice și judecată clinică. Totuși, acest proces este influențat de factori externi, precum disponibilitatea cazurilor, volumul de activitate al instituției și structura echipei. Ca rezultat, experiențele de formare pot diferi semnificativ între indivizi, chiar și în cadrul aceluiași program.

Chirurgia ortopedică este caracterizată în mod particular prin integrarea înțelegerii cognitive cu execuția manuală precisă. Spre deosebire de disciplinele care se bazează predominant pe cunoștințe teoretice, ortopedia necesită transpunerea planificării în acțiuni fizice exacte. Această dublă cerință face ca procesul de dobândire a abilităților să fie mai complex, implicând coordonarea componentelor cognitive, psihomotorii și decizionale.

În același timp, mediul chirurgical a evoluat considerabil. Procedurile ortopedice moderne sunt din ce în ce mai complexe, implicând implanturi avansate, tehnici minim invazive și abordări asistate tehnologic. Aceste evoluții au crescut standardele de precizie și au făcut procesul de învățare mai solicitant încă din etapele incipiente ale formării.

Dobândirea abilităților tehnice este, prin urmare, centrală pentru performanța clinică. Chiar și variații minore în execuție, precum poziționarea implantului sau alinierea, pot influența semnificativ rezultatele pacienților. Competența în chirurgia ortopedică nu este definită de acțiuni izolate, ci de capacitatea de a reproduce constant o performanță precisă și controlată în diferite scenarii clinice.

În ciuda eficienței sale, modelul tradițional de formare prezintă limitări importante. Lipsa standardizării, oportunitățile limitate de repetare, constrângerile de timp din sala de operație și variabilitatea feedback-ului pot îngreuna dezvoltarea eficientă a abilităților. În plus, accentul crescut pus pe siguranța pacientului și considerentele medico-legale au redus autonomia cursanților, în special în procedurile complexe.

Aceste provocări evidențiază necesitatea unor abordări de formare mai structurate și mai eficiente. Învățarea bazată pe simulare a apărut ca un complement valoros al metodelor tradiționale, permițând repetarea fără risc pentru pacient și facilitând corectarea precoce a erorilor tehnice. În plus, tehnologii precum realitatea virtuală, realitatea augmentată și inteligența artificială oferă evaluări obiective ale performanței și feedback în timp real, contribuind la o dobândire mai consistentă a abilităților.

Dincolo de inovația tehnologică, educația chirurgicală modernă implică și o tranziție către formarea bazată pe competențe și cadre de evaluare structurate. Integrarea acestor abordări urmărește optimizarea procesului de învățare, menținând în același timp o legătură puternică cu practica clinică. Prezenta teză de doctorat se concentrează pe analiza și îmbunătățirea procesului de dobândire a abilităților tehnice în chirurgia ortopedică. Prin evaluarea atât a metodelor tradiționale, cât și a celor inovatoare de formare, aceasta își propune să identifice strategii practice care să crească eficiența, consistența și reproductibilitatea în educația chirurgicală, contribuind în final la îmbunătățirea performanței clinice și a siguranței pacientului.

Partea generală

Dobândirea abilităților tehnice reprezintă o componentă fundamentală a formării chirurgicale ortopedice, deoarece practica sigură și eficientă depinde nu doar de cunoștințe, ci și de capacitatea de a le aplica cu precizie și consistență. Spre deosebire de specialitățile în care raționamentul teoretic poate predomina, ortopedia necesită o integrare constantă a înțelegerii anatomice, a dexterității manuale, a orientării spațiale și a luării deciziilor intraoperatorii. Fiecare etapă chirurgicală necesită acuratețe, ceea ce face ca competența tehnică să fie esențială atât pentru performanță, cât și pentru siguranța pacientului.

Totuși, abilitățile chirurgicale nu sunt definite doar de capacitatea manuală. Ele reflectă interacțiunea mai multor domenii. Abilitățile psihomotorii, precum coordonarea și controlul mișcării, sunt foarte vizibile și critice în proceduri care implică foraj, plasarea implanturilor sau reducerea fracturilor. În același timp, aceste acțiuni sunt ghidate de o bază cognitivă solidă. Chirurgii trebuie să înțeleagă anatomia, să anticipeze complicațiile și să planifice mental fiecare etapă. Luarea deciziilor joacă, de asemenea, un rol esențial, deoarece condițiile intraoperatorii necesită adesea adaptări rapide. În plus, percepția, în special feedback-ul tactil și vizual, contribuie la ghidarea execuției precise. Toate aceste elemente sunt influențate de factori precum stresul, oboseala și nivelul de concentrare, care afectează consistența performanței.

Deoarece aceste componente sunt strâns interconectate, dobândirea abilităților este un proces gradual și structurat. Modelele educaționale descriu o progresie de la înțelegerea inițială către o performanță rafinată și, în final, automatizată. În fazele timpurii, învățarea este solicitantă și predispusă la erori, însă, prin practică, mișcările devin mai eficiente și mai controlate. Important este că progresul nu depinde doar de repetiție, ci și de practică orientată, cu obiective clare și feedback continuu. Fragmentarea procedurilor complexe în pași mai mici și creșterea progresivă a dificultății reduc supraîncărcarea cognitivă și susțin un proces de învățare mai eficient.

Curba de învățare reflectă modul în care performanța chirurgicală evoluează odată cu experiența, de obicei prin îmbunătățiri ale vitezei, acurateții și consistenței. În chirurgia ortopedică, progresul este rareori liniar. Etapele inițiale sunt caracterizate prin câștiguri rapide, pe măsură ce sunt învățate bazele, în timp ce ulterior progresul devine mai lent și mai rafinat. Complexitatea procedurii joacă un rol major: tehnicile simple pot fi stăpânite relativ rapid, în timp ce proceduri precum artroscopia sau protezarea necesită perioade mai lungi de formare. În același timp, progresul este influențat nu doar de procedură, ci și de factori precum calitatea supravegherii, frecvența expunerii, experiența anterioară și accesul la instruire structurată sau bazată pe simulare. Deoarece etapele inițiale sunt asociate cu variabilitate crescută și risc mai mare, există un argument educațional și etic solid pentru a muta o parte din acest proces în afara sălii de operație.

În mod tradițional, formarea ortopedică s-a bazat pe modelul de ucenicie, în care cursanții evoluează de la observație la participare activă sub supraveghere. Această abordare rămâne valoroasă, deoarece oferă expunere la complexitatea clinică reală și susține dezvoltarea atât a abilităților tehnice, cât și a celor non-tehnice. Instruirea pe cadavru și atelierele practice completează acest proces, oferind posibilitatea repetării într-un mediu sigur.

Totuși, acest model prezintă și limitări importante. Oportunitățile de învățare sunt adesea inegale, repetiția este limitată, iar constrângerile de timp reduc momentele de instruire. În plus, preocupările crescute privind siguranța pacientului și responsabilitatea legală limitează autonomia cursanților. Feedback-ul, deși imediat, este adesea scurt și insuficient structurat pentru a susține o învățare profundă.

Aceste limitări au condus la dezvoltarea unor strategii educaționale inovatoare care completează, fără a înlocui, expunerea clinică. Instruirea bazată pe simulare a devenit una dintre cele mai valoroase metode, principalul său avantaj fiind posibilitatea repetării fără risc. Etapele tehnice pot fi exersate de mai multe ori în condiții controlate, până când devin consistente, permițând

corectarea precoce a erorilor și dezvoltarea încrederii înainte de intrarea în sala de operație. Simularea permite, de asemenea, standardizarea procesului de învățare, deoarece toți cursanții pot exersa aceleași sarcini în condiții identice, ceea ce face progresul mai comparabil și mai ușor de evaluat. În ortopedie, aceasta poate include modele sintetice simple, pregătiri pe cadavru sau platforme mai avansate.

Realitatea virtuală și realitatea augmentată îmbunătățesc suplimentar formarea chirurgicală prin optimizarea înțelegerii spațiale, facilitarea evaluării obiective a performanței și ghidarea execuției în timp real. Realitatea virtuală este deosebit de utilă pentru procedurile care se bazează pe vizualizare indirectă și control motor precis, precum artroscopia sau navigația implanturilor. În schimb, realitatea augmentată sprijină procesul de învățare prin suprapunerea informațiilor esențiale direct pe câmpul operator, ajutând cursanții să înțeleagă mai bine alinierea, traiectoriile și etapele procedurale. Inteligența artificială adaugă o dimensiune suplimentară, făcând instruirea mai personalizată și mai obiectivă, prin oferirea de feedback în timp real, identificarea erorilor și diferențierea între performanța începătorilor și cea a experților.

În același timp, platformele digitale și instrumentele de e-learning au devenit componente esențiale ale educației ortopedice moderne. Acestea permit cursanților să se pregătească mai eficient prin revizuirea procedurilor, accesarea conținutului structurat și învățarea în ritm propriu. Telementoratul extinde și mai mult aceste posibilități, oferind ghidaj în timp real din partea chirurgilor experimentați, indiferent de locație. Deși aceste tehnologii prezintă avantaje evidente, valoarea lor reală depinde de modul în care sunt integrate în procesul de formare. Ele nu sunt menite să înlocuiască experiența clinică, ci să îmbunătățească pregătirea, să optimizeze evaluarea și să susțină un proces de învățare mai structurat și mai eficient.

Partea specială

Această cercetare doctorală a fost dezvoltată ca răspuns la necesitatea tot mai accentuată de abordări mai eficiente și mai structurate în formarea ortopedică la nivel de licență. În contextul actual al educației medicale, modelele tradiționale de predare sunt provocate de reducerea expunerii clinice, oportunitățile limitate de practică repetată sub supraveghere și complexitatea în creștere a procedurilor chirurgicale. În acest cadru, teza explorează dacă strategiile educaționale centrate pe student pot îmbunătăți abilitățile tehnice, înțelegerea teoretică și nivelul general de pregătire clinică.

Obiectivul principal al acestei cercetări a fost evaluarea impactului metodelor moderne de predare, orientate spre practică, în special învățarea

bazată pe simulare și învățarea asistată între egali. Aceste abordări au fost alese pentru capacitatea lor de a aborda limitările cheie ale formării convenționale, prin stimularea participării active, a învățării structurate și a unui feedback mai consistent și mai bine direcționat.

Pentru atingerea acestui obiectiv, cercetarea s-a concentrat asupra mai multor dimensiuni ale învățării. Au fost analizate dezvoltarea abilităților tehnice relevante pentru practica ortopedică, inclusiv managementul fracturilor, principiile chirurgicale și tehnicile procedurale de bază, precum și evoluția competențelor non-tehnice, cum ar fi comunicarea, lucrul în echipă și conștientizarea situațională. În paralel, studiul a evaluat impactul acestor intervenții asupra încrederii în sine a studenților, asupra nivelului perceput de pregătire pentru activitatea clinică și asupra achiziției cunoștințelor teoretice. Analize suplimentare au explorat influența nivelului de formare și a factorilor demografici asupra rezultatelor educaționale, precum și fiabilitatea instrumentelor de evaluare dezvoltate special pentru acest scop.

Un alt obiectiv a fost investigarea rolului dublu al învățării asistate între egali, atât ca metodă de transfer al cunoștințelor, cât și ca modalitate de îmbunătățire a experienței educaționale a studenților-tutori.

Primul studiu a analizat impactul pandemiei COVID-19 asupra educației chirurgicale și asupra percepțiilor studenților români interesați de o carieră chirurgicală, cu accent pe rolul învățării digitale într-un domeniu în care expunerea clinică directă și practica hands-on rămân esențiale. Pandemia a determinat o adaptare rapidă a educației medicale, accelerând adoptarea predării online, a webinarilor, a platformelor digitale și a altor soluții tehnologice. Deși aceste schimbări au asigurat continuitatea procesului educațional, ele au ridicat și probleme importante legate de calitatea instruirii practice, nivelul de implicare al studenților și rolul pe termen lung al instrumentelor digitale în educația medicală.

Această cercetare a fost concepută ca un studiu observațional, multicentric, de tip cross-secțional, desfășurat în rândul studenților din mai multe universități de medicină din România. Datele au fost colectate prin intermediul unui chestionar online structurat, alcătuit din 48 de itemi, distribuit prin platforme de social media, în special grupuri de WhatsApp și Instagram ale studenților la medicină. Studiul a vizat atât studenți din anii clinici, cât și studenți din anii preclinici care și-au exprimat interesul pentru o carieră chirurgicală. Au fost înregistrate inițial 451 de răspunsuri, iar după excluderea celor incomplete sau neeligibile, eșantionul final a inclus 436 de participanți. Instrumentul a evaluat date demografice, percepții asupra predării online și față în față, atitudini față de învățarea hibridă, percepții privind integritatea academică și interesul pentru

tehnologii emergente precum inteligența artificială. Analiza statistică a fost realizată folosind metode neparametrice, iar chestionarul a demonstrat o consistență internă acceptabilă.

Rezultatele au evidențiat o diferență clară în modul în care studenții percep educația digitală în funcție de tipul activității. Predarea online a fost considerată acceptabilă pentru cursuri, în special în format hibrid, sugerând că studenții recunosc avantajele flexibilității și eficienței pentru învățarea teoretică. Totuși, această acceptare nu s-a extins la formarea practică. Pentru activitățile hands-on, studenții au preferat în mod clar instruirea față în față, iar formatele online sau hibride au fost evaluate negativ. Acest rezultat subliniază un principiu fundamental al educației chirurgicale: competența tehnică și clinică depinde în continuare de experiența directă, de practica sub supraveghere și de interacțiunea reală cu pacienții și echipele medicale.

Un alt rezultat important a fost legat de integritatea academică. Studenții au perceput examenele online ca fiind semnificativ mai vulnerabile la fraudă comparativ cu evaluările desfășurate față în față. Acest aspect reflectă o preocupare mai amplă privind fiabilitatea formatelor de evaluare digitale și evidențiază una dintre cele mai importante limitări ale digitalizării rapide a educației. În același timp, studiul a arătat că studenții sunt, în general, foarte receptivi la inovație. Aceștia au exprimat o preferință puternică pentru metode de predare mai diverse și mai flexibile, indicând faptul că nu resping modernizarea educației, ci se așteaptă ca instrumentele digitale să fie integrate selectiv și într-un mod relevant.

Studiul a evidențiat, de asemenea, faptul că inteligența artificială a devenit deja un element familiar în procesul de învățare al studenților. Mai mult de jumătate dintre respondenți au raportat utilizarea regulată a aplicațiilor bazate pe AI, platformele de tip chatbot precum ChatGPT și Gemini fiind cele mai frecvent utilizate. Interesul pentru extinderea rolului inteligenței artificiale în educația medicală a fost ridicat, sugerând că studenții percep aceste tehnologii ca instrumente complementare utile. În contrast, nivelul de încredere în capacitatea cadrelor didactice de a utiliza eficient tehnologiile digitale avansate a fost relativ scăzut, evidențiind un posibil decalaj între așteptările studenților și nivelul de pregătire instituțională.

Un punct forte important al studiului constă în faptul că aceste percepții au fost în mare măsură consistente între anii de studiu, cu variații minime între nivelurile academice. Acest lucru sugerează că atitudinile observate nu sunt limitate la un anumit subgrup, ci reflectă o perspectivă mai largă și relativ stabilă, specifică perioadei post-pandemice, în rândul studenților români interesați de domeniul chirurgical.

Primul studiu demonstrează că educația digitală nu este respinsă de viitorii chirurghi, însă rolul său este clar diferențiat. Modelele online și hibride sunt considerate utile în principal pentru predarea teoretică, în timp ce formarea practică rămâne strâns asociată cu instruirea față în față. Studiul evidențiază, de asemenea, relevanța tot mai mare a inteligenței artificiale, preocupările persistente legate de integritatea academică în evaluările online și necesitatea dezvoltării unor modele educaționale hibride mai echilibrate și bazate pe dovezi în formarea medicală din România.

Al doilea studiu a evaluat impactul educațional al unui program structurat de instruire ortopedică bazat pe simulare și rolul acestuia în dezvoltarea competențelor tehnice și non-tehnice în rândul studenților la medicină. În contextul educației chirurgicale moderne, unde siguranța pacientului, expunerea clinică limitată și complexitatea crescută a procedurilor impun constrângeri semnificative asupra formării tradiționale, învățarea bazată pe simulare a devenit o abordare complementară promițătoare. Studiul a urmărit să determine dacă un workshop structurat, desfășurat într-un mediu simulat, poate produce îmbunătățiri măsurabile în pregătirea clinică, înțelegerea procedurală și nivelul de încredere al studenților.

Cercetarea a fost concepută ca o intervenție educațională prospectivă de tip pre–post, analizând multiple dimensiuni ale învățării, inclusiv abilitățile tehnice, competențele non-tehnice, cunoștințele teoretice și încrederea în sine. Un total de 70 de studenți din diferiți ani de studiu au participat voluntar. Înainte de intervenție, participanții au completat o evaluare inițială, urmată de o evaluare post-intervenție imediat după workshop. A fost dezvoltat un chestionar dedicat pentru a surprinde atât schimbările cognitive, cât și pe cele comportamentale, consistența internă fiind confirmată prin analiza coeficientului Cronbach alpha.

Intervenția educațională a fost organizată sub forma unui workshop practic de ortopedie, care a integrat componenta teoretică cu simularea hands-on. Prima parte a abordat acordarea primului ajutor în fracturi și tehnicile de imobilizare, inclusiv evaluarea traumatismelor și aplicarea atelelor gipsate. A doua parte s-a concentrat pe principiile chirurgicale de bază, precum incizia, disecția, reducerea fracturilor, osteosinteza și tehnicile de sutură. Pe parcursul instruirii, accentul a fost pus pe învățarea etapizată, repetiție și feedback imediat, precum și pe dezvoltarea abilităților non-tehnice, cum ar fi comunicarea, conștientizarea situațională și lucrul în echipă.

Rezultatele au demonstrat îmbunătățiri semnificative în toate domeniile evaluate. Nivelul de încredere a crescut considerabil, valorile mediane evoluând de la niveluri moderate la valori apropiate de maxim după intervenție. Acest tipar a fost constant în multiple aspecte ale managementului traumatologic, sugerând

o îmbunătățire globală a pregătirii clinice percepute. Competențele tehnice au prezentat, de asemenea, progrese importante, participanții demonstrând o mai bună înțelegere a etapelor procedurale, o capacitate crescută de identificare a erorilor tehnice și o aprofundare a principiilor chirurgicale fundamentale. Aceste modificări au fost semnificative statistic, cu dimensiuni mari ale efectului, indicând un impact educațional robust.

Competențele non-tehnice au urmat un tipar similar, fiind observate creșteri semnificative ale încrederii participanților în asistarea în timpul procedurilor, ale conștientizării riscurilor intraoperatorii și ale capacității de a comunica eficient în cadrul unei echipe clinice. În plus, importanța percepută a workshopurilor structurate în educația medicală a crescut considerabil, sugerând nu doar dobândirea de abilități, ci și o schimbare de atitudine către metode de învățare mai active și orientate spre practică. Cunoștințele teoretice s-au îmbunătățit, de asemenea, semnificativ, fiind observată o creștere constantă a răspunsurilor corecte la majoritatea itemilor evaluați, ceea ce indică faptul că instruirea bazată pe simulare a susținut atât integrarea practică, cât și cea cognitivă.

Important este faptul că aceste îmbunătățiri au fost observate la toate nivelurile de studiu. Deși competențele inițiale au variat, rezultatele post-intervenție au arătat o tendință uniformă de creștere, sugerând că beneficiile educaționale ale workshopului au fost independente de experiența anterioară. Această observație evidențiază versatilitatea învățării bazate pe simulare, care poate susține atât cursanții aflați la începutul formării, cât și pe cei mai avansați.

Discuția studiului consolidează dovezile tot mai numeroase care susțin simularea ca element central al educației chirurgicale moderne. Îmbunătățirile observate în precizia tehnică, nivelul de încredere și competențele non-tehnice sunt în concordanță cu cercetările anterioare, care demonstrează că practica structurată, orientată pe feedback, îmbunătățește atât performanța, cât și eficiența învățării. În același timp, simularea răspunde limitărilor esențiale ale formării tradiționale, oferind un mediu sigur pentru repetare și corectarea erorilor fără risc pentru pacient.

Totuși, studiul recunoaște și limitări importante. Absența unui grup de control limitează interpretarea cauzală, iar utilizarea măsurătorilor auto-raportate introduce un potențial bias. În plus, evaluarea pe termen scurt nu permite formularea unor concluzii privind retenția pe termen lung sau transferul abilităților în practica clinică reală. Alte limitări includ dimensiunea relativ redusă a eșantionului și lipsa unei analize a cost-eficienței.

În ciuda acestor constrângeri, rezultatele susțin puternic integrarea formării structurate bazate pe simulare în educația ortopedică de licență. Studiul

demonstrează că intervențiile scurte, bine concepute, pot produce îmbunătățiri rapide și relevante în multiple domenii ale competenței.

Al treilea studiu a investigat rolul învățării asistate între egali (Peer-Assisted Learning – PAL) în educația ortopedică de licență, cu accent pe modul în care acest model facilitează tranziția studenților de la învățare pasivă la participare activă și, în unele cazuri, către roluri emergente de educator. În contextul actual al educației medicale, caracterizat de o orientare tot mai accentuată către modele centrate pe student, PAL reprezintă o abordare promițătoare prin stimularea implicării, colaborării și dezvoltării atât a competențelor tehnice, cât și a celor interpersonale. Studiul a urmărit evaluarea impactului educațional al unui workshop ortopedic structurat, bazat pe PAL, asupra cursanților și tutorilor, analizând în special încrederea tehnică, înțelegerea conceptuală, nivelul de anxietate și percepția generală asupra experienței de învățare.

Studiul a fost conceput ca o intervenție educațională cvasi-experimentală, desfășurată în rândul studenților din diferite etape de formare. Un grup de studenți din anii superiori, cu interes demonstrat pentru ortopedie, a fost selectat și instruit ca tutori, în timp ce participanții au fost recrutați printr-un proces deschis de înscriere. Intervenția a constatat într-un workshop structurat, organizat pe stații, în cadrul căruia fiecare tutor a ghidat un grup restrâns de cursanți printr-o serie de proceduri ortopedice esențiale, inclusiv sutură, debridare, aplicarea aparatelor gipsate și tehnici de osteosinteză. Instruirea a combinat demonstrația cu practica hands-on, susținută de feedback imediat și discuții interactive. Datele au fost colectate prin evaluări pre- și post-intervenție, care au analizat achiziția de cunoștințe, competența percepută și schimbările de atitudine.

Rezultatele au evidențiat îmbunătățiri clare și consistente în toate domeniile evaluate. Participanții au raportat o creștere semnificativă a încrederii tehnice, cu o percepție îmbunătățită asupra capacității de a realiza proceduri ortopedice de bază. Această evoluție nu a fost limitată la o singură abilitate, ci s-a extins asupra mai multor competențe, sugerând un efect educațional coerent și amplu. În paralel, înțelegerea conceptuală s-a îmbunătățit, participanții demonstrând o mai bună comprehensiune a principiilor ortopedice și un nivel crescut de pregătire pentru activitatea clinică. Aceste rezultate indică faptul că modelul PAL a facilitat nu doar dezvoltarea abilităților practice, ci și integrarea cunoștințelor teoretice în context clinic.

Un alt rezultat important a fost reducerea semnificativă a nivelului de anxietate. Participanții au raportat un nivel mai scăzut de teamă în efectuarea procedurilor, o reducere a preocupărilor legate de erorile tehnice și o diminuare

a intimidării asociate mediului tradițional de predare. Acest aspect sugerează că formatul bazat pe egalitate a creat un mediu de învățare mai sigur din punct de vedere psihologic, favorizând implicarea activă și reducând barierele de participare. Creșterea confortului în adresarea întrebărilor și în primirea feedback-ului susține această interpretare și evidențiază rolul congruenței sociale și cognitive în eficientizarea procesului de învățare.

Percepția asupra PAL ca strategie educațională s-a îmbunătățit semnificativ. Studenții au exprimat un nivel crescut de încredere în tutorii lor, o satisfacție mai mare față de procesul de învățare și un acord mai puternic cu ideea că predarea între egali contribuie la reducerea decalajului dintre cunoștințele teoretice și aplicarea practică. Important este faptul că aceste beneficii au fost observate în mod constant la diferite niveluri de studiu și nu au fost influențate semnificativ de gen, sugerând că eficiența PAL este aplicabilă pe scară largă în rândul diferitelor grupuri de cursanți.

Dincolo de impactul asupra cursanților, studiul a evidențiat și beneficiile PAL pentru tutorii studenți. Asumarea rolului de educator i-a determinat să își consolideze cunoștințele, să structureze informația și să își dezvolte abilitățile de comunicare și predare. Acest rol dual a întărit propriul proces de învățare și a contribuit la dezvoltarea unor competențe profesionale precum leadership-ul și încrederea în sine. Percepția pozitivă asupra experienței de predare în rândul tutorilor susține ideea că PAL nu este doar un instrument de învățare, ci și o componentă valoroasă a dezvoltării profesionale.

În ciuda acestor rezultate pozitive, studiul prezintă mai multe limitări. Absența unui grup de control limitează posibilitatea de a compara direct PAL cu metodele tradiționale de predare, iar utilizarea măsurătorilor auto-raportate introduce un potențial bias. În plus, rezultatele au fost evaluate doar pe termen scurt, ceea ce face dificilă aprecierea retenției pe termen lung și a transferului abilităților în practica clinică reală. Dimensiunea relativ redusă a eșantionului și designul monocentric pot afecta, de asemenea, generalizarea rezultatelor.

Cu toate acestea, rezultatele oferă dovezi solide că PAL poate genera îmbunătățiri semnificative atât în ceea ce privește competența, cât și încrederea, într-un interval de timp relativ scurt. Aceste date sugerează că modelul este deosebit de eficient în crearea unui mediu de învățare atractiv, suportiv și interactiv, care favorizează dezvoltarea atât a abilităților tehnice, cât și a celor non-tehnice.

Concluzii finale si contribuții personale

Această cercetare doctorală a fost construită în jurul unei idei simple, dar esențiale: dobândirea abilităților tehnice în chirurgia ortopedică nu este un proces care apare automat doar prin expunere, ci unul care poate fi modelat activ, ghidat și îmbunătățit prin strategii educaționale adecvate. Rezultatele acestei teze susțin în mod constant această perspectivă și demonstrează că abordările moderne, centrate pe student, pot genera beneficii semnificative în multiple dimensiuni ale învățării.

Una dintre concluziile principale este că formarea chirurgicală tradițională rămâne valoroasă, dar nu mai este suficientă ca abordare de sine stătătoare. Repetiția limitată, variabilitatea feedback-ului și expunerea clinică inegală fac procesul de învățare mai puțin predictibil. În contrast, intervențiile structurate, precum instruirea bazată pe simulare și învățarea asistată între egali, oferă un cadru mai organizat, mai eficient și mai suportiv pentru dezvoltarea competențelor tehnice și non-tehnice. Aceste metode au fost asociate nu doar cu o mai bună înțelegere procedurală și o creștere a încrederii, ci și cu reducerea anxietății și îmbunătățirea nivelului de pregătire pentru practica clinică.

O contribuție personală importantă a acestei teze constă în adaptarea acestor modele educaționale la formarea ortopedică de licență. Cercetarea arată că chiar și intervențiile scurte, dar bine concepute, pot produce îmbunătățiri clare în ceea ce privește încrederea tehnică, înțelegerea teoretică, lucrul în echipă, comunicarea și conștientizarea situațională. O altă contribuție originală este dezvoltarea unor instrumente de evaluare personalizate, capabile să surprindă nu doar progresul cognitiv și tehnic, ci și percepțiile educaționale și nivelul de pregătire psihologică.

În același timp, această lucrare evidențiază valoarea învățării asistate între egali ca fiind mai mult decât o simplă metodă de predare. Ea devine un spațiu în care studenții evoluează atât ca învățăcei, cât și ca viitori educatori. Per ansamblu, această teză contribuie la modernizarea educației ortopedice prin propunerea unei viziuni de formare mai structurate, bazate pe competențe și centrate pe factorul uman, mai bine aliniate cu realitățile practicii medicale contemporane.