

Avantajele implementării unei platforme de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică

L. Furcea¹, F. Graur¹, L. Scurtu², N. Plitea², D. Pislă², C. Vaida², O. Deteșan², A. Szilaghy², H. Neagoș¹, A. Mureșan¹, L. Vlad¹

¹Clinica Chirurgie III, UMF "Iuliu Hațieganu" Cluj-Napoca, România

²Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, România

Rezumat

Extinderea rapidă a chirurgiei laparoscopice a determinat dezvoltarea metodelor de training pentru dobândirea abilităților tehnice necesare. Importanța și complexitatea chirurgiei laparoscopice hepatice sunt argumente pentru elaborarea unui nou sistem integrat de predare, învățare și evaluare, bazat pe principii educaționale moderne, pe flexibilitate și care să permită o accesibilitate largă în rândul celor cărora li se adresează. Lucrarea prezintă dezvoltarea unei platforme de e-learning concepută pentru formarea profesională în chirurgia laparoscopică hepatică și planificarea preoperatorie într-un mediu virtual. Platforma de e-learning face posibilă simularea intervenției laparoscopice hepatice de la distanță prin intermediul conexiunii la internet. Adresabilitatea acestei platforme de e-learning este largă, fiind reprezentată de chirurgii tineri care au în centrul preocupărilor lor laparoscopia în chirurgia hepatică, precum și chirurgii cu experiență interesați să obțină o competență în chirurgia laparoscopică hepatică.

Cuvinte cheie: platforma de e-learning, chirurgia laparoscopică hepatică, training

Abstract

The advantages of implementing an e-learning platform for laparoscopic liver surgery

The rapid expansion of laparoscopic surgery has led to the development of training methods for acquiring technical skills. The importance and complexity of laparoscopic liver surgery are arguments for developing a new integrated system of teaching, learning and evaluation, based on modern educational principles, on flexibility allowing wide accessibility among surgeons. This paper presents the development of e-learning platform designed for training in laparoscopic liver surgery and pre-planning of the operation in a virtual environment. E-learning platform makes it possible to simulate laparoscopic liver surgery remotely via internet connection. The addressability of this e-learning platform is large, being represented by young surgeons who are mainly preoccupied by laparoscopic liver surgery, as well as experienced surgeons interested in obtaining a competence in the hepatic minimally invasive surgery.

Key words: e-learning platform, laparoscopic liver surgery, training

Correspondență: Asist. univ. Dr. Luminița Furcea
UMF "Iuliu Hațieganu" Cluj-Napoca
Clinica Chirurgie III
Str. Croitorilor nr.19-21, 400162, Cluj-Napoca, România
Tel: 0264-432022
E-mail: luminita.furcea@yahoo.com

Introducere

Chirurgia laparoscopică s-a dezvoltat exponențial în ultimii ani și s-a impus datorită numeroaselor avantaje: confort post-operator, dureri minime, mobilizare precoce, spitalizare scurtă, reinserție socio-profesională rapidă, efecte cosmetice. Însă, chirurgia laparoscopică diferă radical de chirurgia deschisă

convențională din punctul de vedere al instrumentelor, expunerii operatorii, vizualizării și al complicațiilor (1). Prin urmare, metoda tradițională de formare chirurgicală bazată pe principiul Halsted “look, do and teach” nu este suficientă pentru dobândirea abilităților tehnice necesare pentru chirurgia laparoscopică (2,3,4).

În prezent există o mare varietate de modalități de instruire în chirurgia laparoscopică, care pot fi împărțite în trei grupe: simulatoare mecanice, animale vii și simulatoare chirurgicale bazate pe realitatea virtuală. Prima metodă se bazează pe “endotrainer”, care reprezintă cavitatea abdominală, în interiorul căreia sunt amplasate obiecte din plastic reprezentând organe umane sau structuri organice de la cadavrele animalelor. Aceste sisteme sunt suficiente pentru dobândirea tehnicilor de bază, dar nu sunt destul de realiste pentru a reprezenta complexitatea anatomiei umane (mișcări respiratorii, hemoragii) (5).

Training-ul pe animale vii, de obicei porci, oferă un feedback tactil și anatomic mai bun, dar legile drepturilor animalelor și costul ridicat al întreținerii laboratoarelor de animale (anestezie, medicamente, soluții, adaptarea unei încăperi pentru efectuarea intervențiilor laparoscopice), precum și limitarea posibilității de repetare a unei tehnici, determină ca această metodă de formare să fie costisitoare și inadecvată pentru utilizarea ei de rutină în practică (2). De altfel, anumite intervenții chirurgicale nu pot fi simulate cu precizie datorită diferențelor anatomice existente între om și animale (5).

Simulatoarele chirurgicale bazate pe realitatea virtuală oferă un mediu virtual foarte asemănător cu cel real, de la redarea anatomiei umane până la percepția senzațiilor tactile. Astfel s-au creat o serie de simulatoare dedicate chirurgiei laparoscopice, care oferă multiple posibilități de training atât pentru chirurgii tineri, cât și pentru cei cu experiență, de la perfecționarea tehnicilor de bază până la efectuarea operațiilor laparoscopice complete. Dar, aceste simulatoare sunt scumpe și greu accesibile și, în plus, nu sunt dedicate chirurgiei laparoscopice hepatice.

Datorită limitelor metodelor actuale de training și complexității chirurgiei hepatice, se impune dezvoltarea unei platforme e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică.

Descrierea platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică

Platforma de e-learning este structurată în două părți: sistemul de bază și sistemul secundar. Schema de principiu a platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică este prezentată în Fig. 1.

Sistemul de bază include stația grafică, display cu vizualizare tridimensională, ochelari destinați vizualizării tridimensionale, consola de lucru cu instrumentele chirurgicale, robotul pentru poziționarea laparoscopului, unitatea de control a robotului, aplicația de recunoaștere vocală destinată poziționării robotului în câmpul operator, cască-microfon Bluetooth și aplicația video pentru generarea mediului virtual.

Stația grafică are rolul de a procesa informațiile primite de la dispozitivele externe conectate și generează mediul

tridimensional hepatic de simulare virtuală. Pentru generarea mediului virtual tridimensional stația grafică dispune de o placă video dedicată vizualizării tridimensionale dezvoltată de NVIDIA (6).

Display-ul folosit pentru vizualizarea în mediu imersiv este produs de compania ViewSONIC (7) și permite o vizualizare de înaltă performanță a intervenției virtuale.

Vizualizarea 3D poate fi realizată cu ajutorul ochelarilor special destinați acestui tip de vizualizare. Redarea imaginii prin acești ochelari se realizează prin tehnica denumită “time-sequential multiplexing” care alternează succesiv imaginile pentru ochiul stâng cu cele pentru ochiul drept (8).

Consola de lucru este proiectată astfel încât să satisfacă cerințele impuse de către personalul medical. Consola de lucru constă din instrumentele generice pentru mâna stângă și mâna dreaptă manipulate de chirurg în timpul intervenției chirurgicale, suportul pe care sunt montate aceste instrumente, laparoscopul și senzorii folosiți pentru determinarea poziției instrumentelor și a camerei laparoscopice în mediul operator virtual. Datele preluate de la instrumentele chirurgicale și laparoscop sunt trimise aplicației virtuale destinate simulării în timp real a intervenției chirurgicale virtuale.

Instrumentele generice pentru mâna stângă și mâna dreaptă pot avea integrat force-feedback sau pot fi instrumente fără force-feedback. În cazul instrumentelor dotate cu force-feedback, acestea vor interacționa cu mediul virtual și vor transmite chirurgului senzații tactile în funcție de consistența și proprietățile atribuite regiunii hepatice virtuale.

Poziționarea laparoscopului în câmpul operator este realizată de un robot paralel cu trei grade de libertate. Unitatea de control a robotului are rolul de a prelucra și a transmite comenzile vocale date de către chirurg, informațiile cu privire la manipularea instrumentelor chirurgicale, tastatură și mouse către softul de comandă al robotului. Informațiile de la instrumentele generice și camera laparoscopică vor fi transmise la aplicația video a platformei de e-learning, unde vor fi prelucrate și redate vizual utilizatorului.

Mediul virtual hepatic este alcătuit din ficat cu structurile sale interne și organele din jur reconstruite tridimensional cu ajutorul imaginilor preluate de la CT Scan. Modelul 3D complex al ficatului, vascularizația internă și tumorile sunt generate prin reconstrucție tridimensională cu ajutorul softului Amira (9). Procesul de reconstrucție 3D (10) a ficatului în softul Amira constă în următoarele etape:

- achiziția imaginilor de la CT;
- prelucrarea imaginilor;
- delimitarea regiunii de interes;
- segmentarea imaginilor;
- generarea modelului virtual.

În aplicația destinată simulării intervenției laparoscopice, ficatului și vascularizației acestuia li se atribuie proprietăți de elasticitate, plasticitate și curgere.

Microfonul și casca sunt destinate emisiei și recepției de semnale sonore de către chirurg. Modulul de recunoaștere vocală integrat în softul robotului permite efectuarea comenzilor vocale impuse de către chirurg în câmpul operator virtual.

Sistemul secundar, care se află la distanță de sistemul de

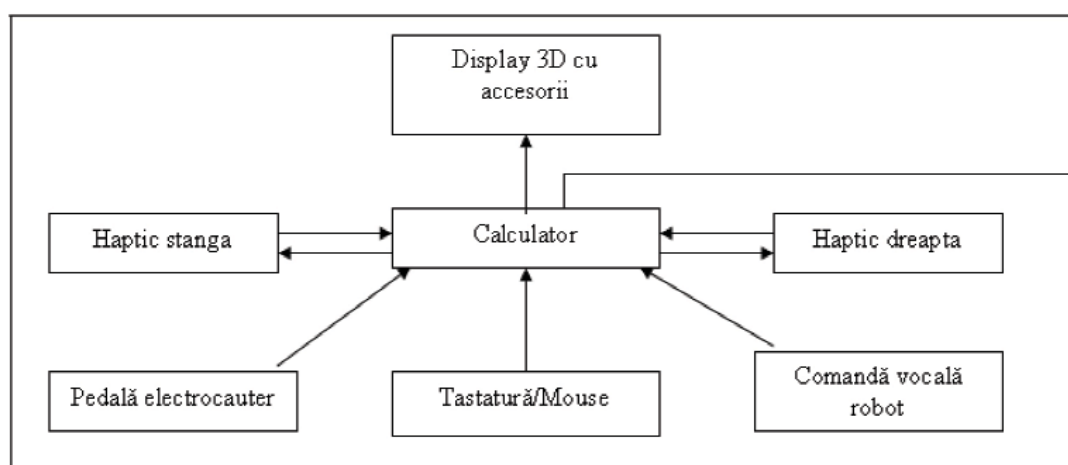
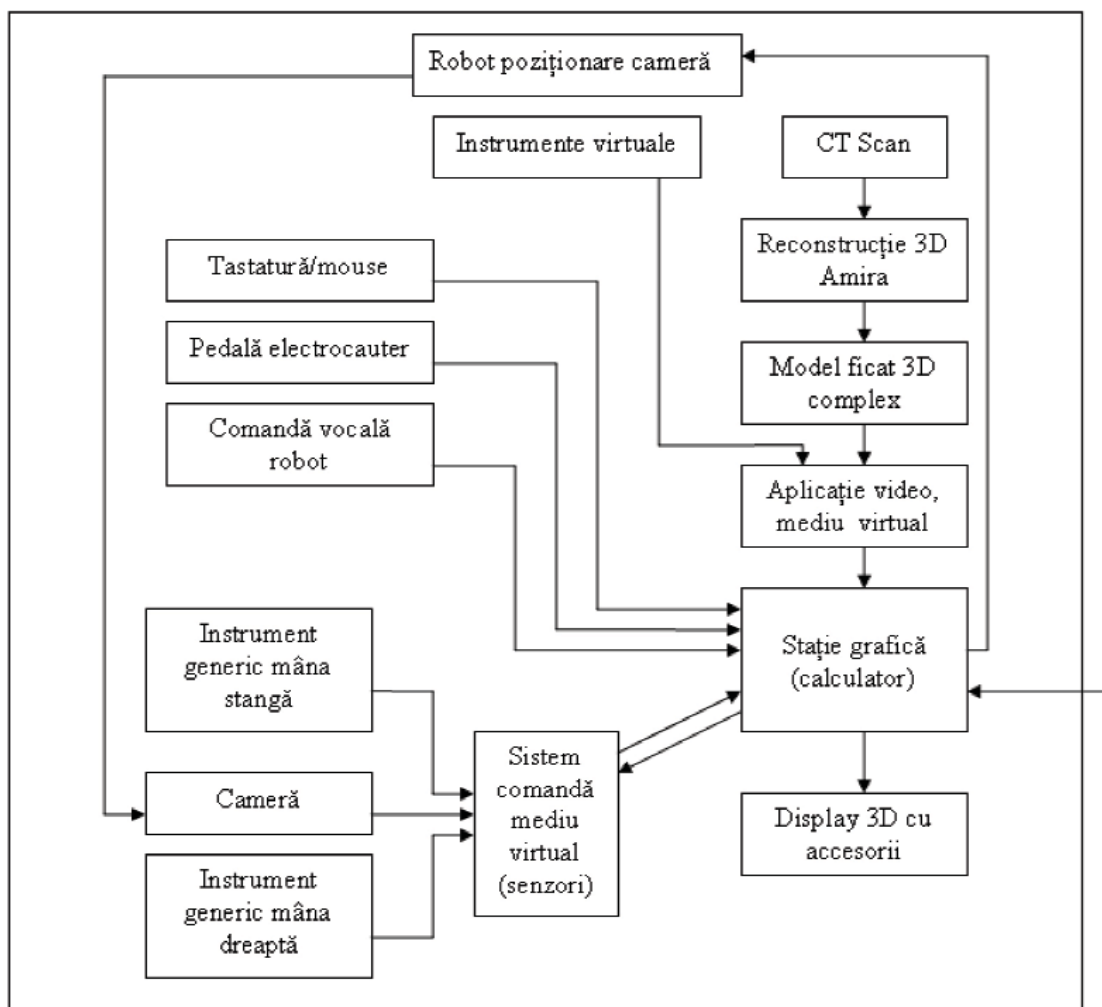


Figura 1. Schema de principiu a platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică

bază, include dispozitivele haptice, monitorul 3D cu accesorii, pedala electrocauterului, comanda vocală a robotului și calculatorul.

Dispozitivele haptice reprezintă mâna stângă și mâna dreaptă a chirurgului, prin care acesta controlează instrumentele virtuale și interacționează cu organele virtuale ale pacientului. Când un instrument virtual intră în contact cu organele, pe baza consistenței atribuite țesutului, dispozitivul haptic va reacționa și chirurgul va avea sentimentul tactil în funcție de proprietățile atribuite organelor virtuale.

Monitorul 3D cu accesoriile lui (emițător, ochelari 3D, oglindă de reflecție și placa grafică a calculatorului dedicată pentru vizualizare 3D) permite vizualizarea intervenției laparoscopice în mediul virtual imersiv.

Pedala electrocauterului este utilizată pentru a trimite informații în timpul operației virtuale cu privire la cauterizarea țesutului, atunci când este acționată.

Comanda vocală a robotului este utilizată pentru mișcarea laparoscopului virtual și este controlată de către chirurg printr-un microfon Bluetooth, folosind modulul de recunoaștere vocală din cadrul aplicației robotului.

Aplicația video dezvoltată pentru platforma de e-learning prelucrează datele pentru crearea mediului virtual interactiv unde chirurgul poate lucra. Această aplicație este instalată pe stația grafică.

Comunicarea dintre sistemul de bază și cel secundar este realizată cu ajutorul conexiunii internet.

Rezultate

Platforma de e-learning face posibilă simularea chirurgiei laparoscopice hepatice prin intermediul internet-ului. Utilizând conexiunea la internet, chirurgul se conectează la stația grafică care se află poziționată la distanță de el. Pentru vizualizarea mediului virtual prin stereoviziune, chirurgul dispune de monitor 3D, emițător, ochelari 3D, oglindă de reflecție și placa grafică a calculatorului, care este dedicată vizualizării 3D. Chirurgii din orice locație pot interacționa cu mediul virtual folosind periferice comune ale calculatorului, tastatura și mouse-ul. Modelarea virtuală a platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică este redată în Fig. 2.

Pentru crearea mediului virtual chirurgical am efectuat reconstrucții tridimensionale ale ficatului cu structurile sale interne, utilizând softul de reconstrucție Amira, cu ajutorul imaginilor medicale de la CT Scan (Fig. 3). Toate structurile regiunii hepatice au alocate consistențe și proprietăți prin analiza elementelor finite (10).

Pentru a realiza interacțiunea dintre chirurg și mediul virtual a fost proiectată consola de lucru, care prelucrează în timp real comenzile manuale ale chirurgului în mișcări precise ale instrumentelor virtuale, făcând posibilă simularea intervenției chirurgicale. În Fig. 4 este reprezentată configurația consolei de lucru.

Chirurgul are la îndemână un set de instrumente laparoscopice virtuale, asemenea instrumentelor folosite în operații laparoscopice reale, cu care realizează intervenția

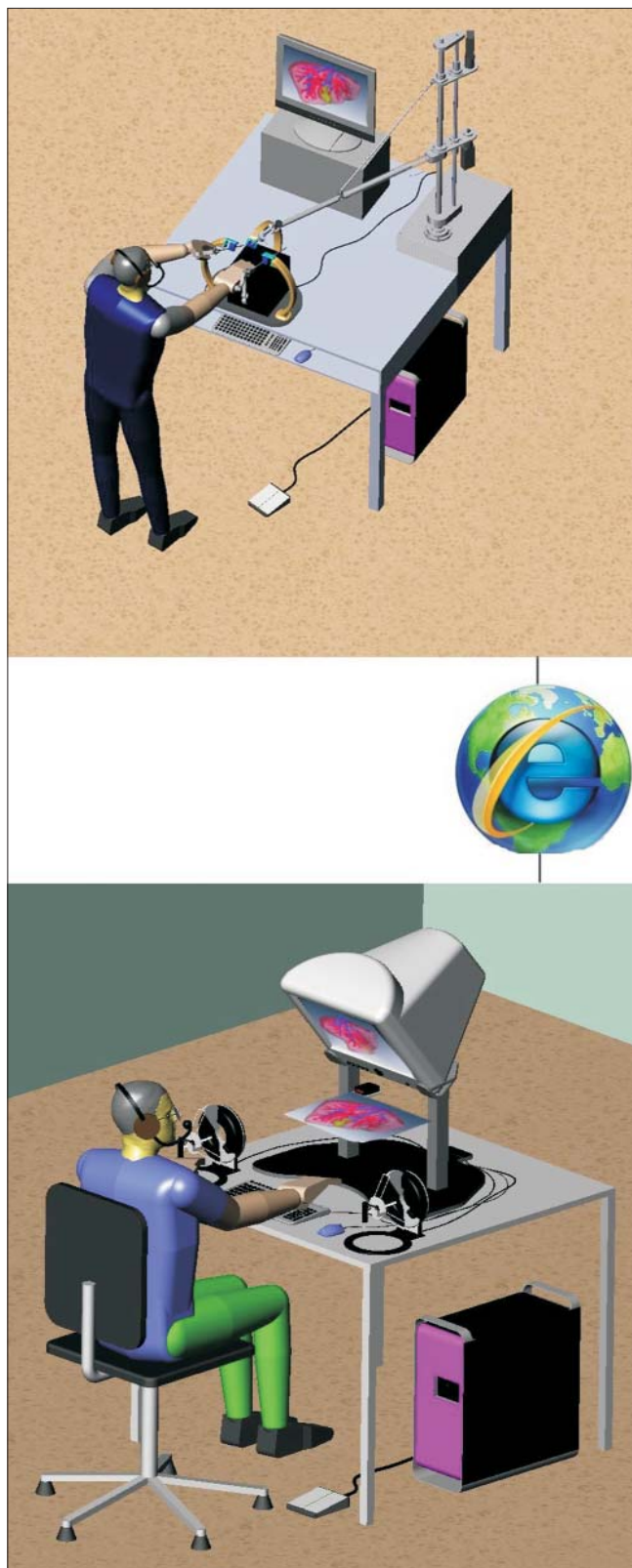


Figura 2. Modelarea virtuală a platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică

chirurgicală: câlig electrod, pense, foarfece, aplicator de clipuri, canulă de spălare-aspirare, portac, Ligasure, depărtător în evantai, etc. Aceste instrumente laparoscopice virtuale au fost

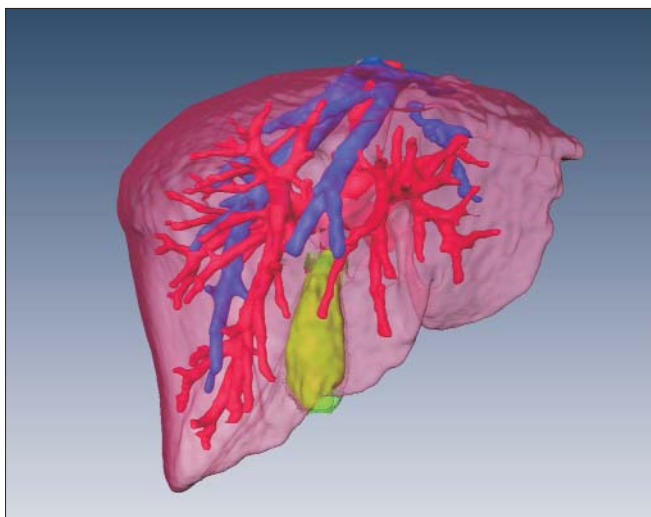


Figura 3. Reconstrucția 3D a ficatului (utilizând softul Amira pentru reconstrucția 3D a imaginii)

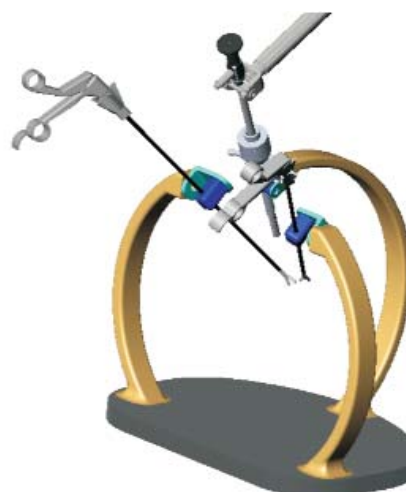


Figura 4. Configurația consolei de lucru

modelate tridimensionale (Fig. 5).

Modelul experimental al robotului paralel PARAMIS, destinat poziționării și mișcării laparoscopului, a fost construit printr-o colaborare între Clinica Chirurgie III din cadrul Universității de Medicină și Farmacie Cluj-Napoca, Centrul de Simulare și Testare Roboți Industriali (CESTER) din cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca și Universitatea Tehnică din Braunschweig, Germania (11). Efectuarea colecistectomiei laparoscopice experimentale pe ficat de porc a evidențiat numeroase avantaje ale utilizării acestui robot: precizia mișcărilor, absența tremorului natural al operatorului laparoscopului, revenirea rapidă în poziții cheie, introducerea simplă și rapidă a comenzilor noi sau modificarea celor existente, multiple posibilități de control al robotului: microfon, haptic, joystick, tastatură și mouse (12). Aceste avantaje ne-au determinat să includem robotul paralel PARAMIS în platforma de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică, favorizând astfel dezvoltarea aptitudinilor în utilizarea la distanță a roboților chirurgici.

Discuții

Până la apariția chirurgiei laparoscopice, formarea chirurgicală s-a bazat pe metoda uceniciei stabilite de William S. Halsted, în care chirurgii învață după principiul “look one, do one, teach one” (4). Sistemul Halstedian de pregătire chirurgicală se poate aplica în chirurgia deschisă, unde rezidentul poate observa direct mâinile chirurgului și instrumentele cu care lucrează (2).

În prezent formarea chirurgicală în cadrul programelor de rezidențiat are loc în sala de operație. Deși unii susțin că sala de operație este cea mai bună sală de clasă pentru învățământul chirurgical, din multe puncte de vedere aceasta nu corespunde unei pregătiri chirurgicale de calitate. Având în centrul preocupărilor grija permanentă față de pacient, activitatea de predare devine mai puțin importantă, mentorul chirurgical nu este întotdeauna un bun instructor, cerințele



Figura 5. Modelarea tridimensională a unei pense laparoscopice

tehnice pot fi peste sau sub nivelul abilităților rezidentului, astfel că acesta poate fi nepregătit pentru situația dată (3).

Sala de operație este o sală de clasă sub nivelul optim în ceea ce privește relația stres-învățare pentru că este adesea un mediu foarte stresant. Factorii care contribuie la creșterea stresului în sala de operație pot fi: constrângerile de timp, dificultățile tehnice, preocuparea pentru pacient, eșecul echipamentelor, problemele interpersonale, posibilele erori medicale cu implicații juridice și etice. De asemenea, sala de operație este o sală de clasă costisitoare prin prelungirea timpului necesar efectuării intervenției chirurgicale (2,3).

Abilitățile tehnice necesare pentru chirurgia laparoscopică sunt fundamental diferite de cele pentru chirurgia deschisă tradițională, rezultând o curbă de învățare mai lungă. Caracterul unic al chirurgiei laparoscopice combinat cu constrângerile etice și financiare și limitarea orelor de lucru în sala de operație sunt câțiva factori care contribuie la necesitatea unor noi metode de training în chirurgia laparoscopică (13,14,15). Astfel că este nevoie de o formare chirurgicală într-un mediu structurat în afara sălii de operație, cu scopul de a ameliora curba de învățare și de a reduce la minim acciden-

tele și erorile, îmbunătățind astfel siguranța pacienților (2,16).

Dintre modalitățile de training în chirurgia laparoscopică, simularea chirurgicală bazată pe realitatea virtuală deține un potențial enorm pentru îmbunătățirea formării chirurgicale. Mediul virtual generat de computer reprezintă un mediu pedagogic sigur și eficient, mai ușor de controlat și ajustat (3,17).

Unul din principalele avantaje ale instruirii asistate de computer îl constituie training-ul într-un mediu lipsit de risc, în care nici un pacient nu are de suferit, permițând efectuarea operației într-o atmosferă relaxată, fără stres (3, 18). De asemenea, operația simulată poate fi repetată până când este atins nivelul de competență sau poate fi abandonată în cazul în care rezidentul ajunge la un punct de oboseală sau saturație. Învățarea se poate realiza pe nivele de dificultate, astfel încât când un nivel este stăpânit, se trece la următorul nivel pe baza realizărilor anterioare. Pentru atingerea obiectivelor educaționale, rezidenții se pot confrunta cu situații deosebite, expuneri limitate sau dificultăți tehnice, sau pot provoca numeroase leziuni pentru a învăța să le recunoască și să le rezolve (3). Astfel, simularea chirurgicală într-un mediu virtual le permite rezidenților să facă greșeli. Acest avantaj este important având în vedere că învățarea din greșeli reprezintă o componentă cheie în dezvoltarea competențelor (18,19,20).

Validarea simulării computerizate ca modalitate de formare chirurgicală necesită dovezi privind transferul de competențe din mediul virtual în sala de operație. Mai multe studii au demonstrat că chirurgii care au efectuat training pe simulatoare chirurgicale bazate pe realitatea virtuală, în sala de operație au fost mai rapizi, au făcut mai puține erori și au arătat o mai mare economie în mișcare, în comparație cu cei care nu au beneficiat de această instruire. Majoritatea autorilor sunt de acord că simularea în mediul virtual scurtează curba de învățare a unei noi operații în mediul real și concluzionează că această modalitate de training ar trebui să fie integrată în curriculum chirurgical (13,17,18,19,21,22,23,24).

De asemenea, simulatoarele chirurgicale bazate pe realitatea virtuală au posibilitatea de evaluare obiectivă a performanțelor chirurgicale, asigurând un feedback constructiv care contribuie la ameliorarea curbei de învățare (17).

Cu toate avantajele evidente, simularea chirurgicală bazată pe realitatea virtuală permite training doar pentru dobândirea abilităților psihomotorii și nu se adresează altor componente ale competenței chirurgicale: cunoștințe, luarea deciziilor, comunicare. Competența tehnică este o componentă esențială, dar nu reprezintă singurul aspect important în educația chirurgicală (13,17,18,19).

Un dezavantaj major îl reprezintă costul ridicat al acestor simulatoare, astfel încât disponibilitatea lor este limitată. Integrarea simulatorului într-o platformă de e-learning asigură adresabilitate și accesibilitate largă, precum și o evaluare pertinentă și permanentă.

E-learning, o abreviere de la "electronic learning", înseamnă educație și training prin intermediul Internetului sau World Wide Web. Internetul oferă numeroase avantaje: permite accesul la o cantitate mare de informații anterior cunoscută doar de specialiști individuali, este flexibil și realizează conectarea la site-uri Web pe un anumit subiect, contribuind

astfel la extinderea în continuare a cunoștințelor (25).

E-learning oferă educație online și învățământ la distanță, permițând studenților să acceseze informații de oriunde și oricând. În multe universități au fost depuse eforturi pentru realizarea de cursuri e-learning în cadrul educației medicale, acoperind diverse specialități, inclusiv domeniul chirurgiei. De exemplu, punerea în aplicare a unei platforme de e-learning (<https://absalon.ku.dk>) la Departamentul de Științe Clinice a Animalelor Mici de la Universitatea din Copenhaga, a dus la o îmbunătățire considerabilă a performanțelor studenților în aptitudinile clinice de bază, examen fizic și tehnici chirurgicale. Noul mod de predare prin utilizarea de e-learning s-a dovedit a fi foarte util pentru profesori și studenți, ușor de lucrat și de înțeles pentru ambele părți. Rezultatele confirmă faptul că studenții sunt atât teoretic cât și practic pregătiți pentru efectuarea aptitudinilor clinice (examen fizic și aptitudini chirurgicale de bază) pe animale vii (26).

Astăzi, Educația Medicală Continuă (EMC) devine un factor crucial, pentru că durata de viață a cunoștințelor și aptitudinilor umane în domeniul medicinei este mai scurtă ca oricând. Aceasta determină creșterea presiunii de a rămâne în prima linie de educație medicală pe tot parcursul carierei medicului. E-learning vine cu soluții și metode, care pot fi foarte utile în sprijinirea medicilor pentru a avea acces la realizările și cunoștințele medicale noi. Acesta permite crearea unui model interactiv de învățare, care stimulează dobândirea de cunoștințe (27). Astfel, dr. Jörg Ansorg și colaboratorii de la Universitatea din Berlin au realizat o platformă de e-learning pentru chirurghi "[eCME-Center] E-Learning platform", care eliberează certificate EMC, singulare (eCME Praxis Card) și de departament (eCME Clinica Card), cu aplicare în Germania, Austria și Elveția (28).

Platforma de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică face posibilă simularea intervenției laparoscopice de la distanță prin intermediul conexiunii la internet. Cu ajutorul platformei de e-learning chirurgii pot vedea diferite operații și pot învăța altele noi. De asemenea, chirurgii se pot familiariza cu procedee chirurgicale simple sau complicate, pe baza unui protocol de training. Platforma de e-learning permite accesul facil și permanent la training, evaluarea performanțelor, fiind utilă în învățarea și aprofundarea abilităților necesare chirurgiei laparoscopice hepatice.

Pe lângă training, platforma de e-learning oferă posibilitatea planificării preoperatorii. În chirurgia hepatică oncologică avem două priorități: îndepărtarea completă a tumorii împreună cu marginea de siguranță adecvată și păstrarea unei cantități suficiente de țesut hepatic pentru susținerea funcției hepatice. În mod normal, planificarea rezecțiilor hepatice se bazează pe segmentația lui Couinaud și pe evaluarea imaginilor 2D ale ficatului de la CT și/sau RMN (29). Însă, anatomia funcțională poate fi modificată de dezvoltarea tumorii, eventuale intervenții chirurgicale hepatice anterioare, regenerarea ficatului și prezența variantelor anatomice, toate acestea modificând relațiile tumorii cu principalele structuri intra-hepatice (30). Datorită variațiilor largi ale segmentației Couinaud, orientarea chirurgului se face urmând câteva repere anatomice de la suprafața ficatului, care nu corespund

întotdeauna cu teritoriile funcționale (29). Pornind de la secțiunile 2D de la CT sau RMN, chirurgul trebuie să deducă imaginea 3D și să realizeze o identificare mentală a planurilor de rezecție pentru a reduce la minim volumul de rezecție. Rezecțiile hepatice sunt approximate de către chirurg, astfel încât de cele mai multe ori volumul rezecției este mai mare decât este necesar (30).

Cu ajutorul platformei de e-learning chirurgul efectuează operația virtuală înaintea celei reale, prin încărcarea în program a setului de imagini CT sau RMN a pacientului, pe baza cărora se realizează reconstrucția tridimensională a ficatului, care permite evidențierea relațiilor spațiale ale tumorii cu structurile intrahepatice. Aceste informații ajută chirurgul să-și imagineze situația reală din câmpul operator, precum și intervenția chirurgicală propusă, oferind un plan elaborat individual de rezecție pentru fiecare pacient. Platforma de e-learning face posibilă simularea intervenției propuse cu o analiză a ficatului care rămâne după rezecție (cantitate, flux vascular arterial și venos), precum și calcularea marginii de siguranță oncologică din jurul tumorii. Astfel, prin planificarea preoperatorie se urmărește reducerea la minim a teritoriului de rezecție în scopul evitării insuficienței hepatice, precum și evitarea incidentelor intraoperatorii.

Concluzii

Deși a format generații numeroase de chirurghi, sistemul Halstedian este contestat și considerat necorespunzător pentru pregătirea actuală a chirurgilor. Realitatea virtuală oferă un mediu eficient de predare, învățare și evaluare, capabil să rezolve anumite probleme educaționale, economice și etice legate de pregătirea chirurgicală din sala de operație.

În acest context, dezvoltarea unui sistem de simulare integrat într-o platformă de e-learning reprezintă o metodă inovativă care aduce numeroase avantaje: training permanent pentru obținerea competenței în chirurgia laparoscopică hepatică, adresabilitate și accesibilitate largă, flexibilitate în timp și locație, planning preoperator al intervențiilor chirurgicale hepatice.

Mulțumiri

Munca de cercetare prezentată în această lucrare a fost finanțată de granturile PNCDI-2 P4 "Dezvoltarea inovativă a unui sistem virtual pentru e-learning în chirurgia laparoscopică hepatică – HEPsim" și "Dezvoltarea multidisciplinară de roboți chirurgicali bazați pe structuri paralele inovative – PARMIS", acordate de Ministerul Educației, Cercetării, Tineretului și Sportului din România.

Bibliografie

- Zucker KA, Bailey RW, Graham SM, Scovill W, Imbembo AL. Training for laparoscopic surgery. *World J Surg.* 1993;17(1):3-7.
- Ramos-Salgado F, Quintero-Becerra J, Hernández-Toriz N. Urological laparoscopic surgery training model. *Rev Mex Urol.* 2010;70(1):31-5.
- Haluck RS, Krummel TM. Computers and virtual reality for surgical education in the 21st century. *Arch Surg.* 2000; 135(7):786-92.
- Udwadia TE, Sen G. Surgical training in India. *World J Surg.* 2008;32(10):2150-5.
- Delingette H. Simulation d'interventions chirurgicales. In: Dombre E, Khalil W, editors. *Deuxième Journées de la Recherche en Robotique.* Montpellier; 1999. p. 109-118.
- <http://www.nvidia.com>
- <http://www.viewsonic.com/>
- http://vis.uni-koeln.de/covise/doc/html/cover_inst_config/display/display.html
- <http://www.amira.com/>
- Graur F, Pislă Doina, Scurtu L, Plitea N, Coțea A, Lebovici A, et al. Liver 3D reconstruction modalities - the first step toward a laparoscopic liver surgery simulator. *IFMBE Proceedings.* 2009;26:251-7.
- Pisla D, Plitea N, Vaida C, Hesselbach J, Raatz A, Vlad L, et al. PARAMIS parallel robot for laparoscopic surgery. *Chirurgia (Bucur).* 2010;105(5):677-83.
- Graur F, Plitea N, Vlad L, Pislă Doina, Vaida C, Furcea Luminița, et al. Experimental laparoscopic cholecystectomy using PARAMIS parallel robot. The 21st SMIT International Conference. Sinaia, 7-9 octombrie 2009.
- Larsen CR, Soerensen JL, Grantcharov TP, Dalsgaard T, Schouenborg L, Ottosen C, et al. Effect of virtual reality training on laparoscopic surgery: randomised controlled trial. *BMJ.* 2009;338:b1802. doi: 10.1136/bmj.b1802. Erratum in *BMJ.* 2009;338. doi: 10.1136/bmj.b2074.
- Schaafsma BE, Hiemstra E, Dankelman J, Jansen FW. Feedback in laparoscopic skills acquisition: an observational study during a basic skills training course. *Gynecol Surg.* 2009;6(4):339-343. Epub 2009 Apr 28.
- Tomulescu V, Popescu I. The use of LapSim virtual reality simulator in the evaluation of laparoscopic surgery skill. Preliminary results. *Chirurgia (Bucur).* 2004;99(6):523-7. [Article in Romanian]
- Molinas CR, Binda MM, Mailova K, Koninckx PR. The rabbit nephrectomy model for training in laparoscopic surgery. *Hum Reprod.* 2004;19(1):185-90.
- Grantcharov TP. Is virtual reality simulation an effective training method in surgery? *Nat Clin Pract Gastroenterol Hepatol.* 2008;5(5):232-3.
- Gallagher AG, Ritter EM, Champion H, Higgins G, Fried MP, Moses G, et al. Virtual reality simulation for the operating room: proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training. *Ann Surg.* 2005;241(2):364-72.
- Schout BM, Hendriks AJ, Scheele F, Bemelmans BL, Scherpbier AJ. Validation and implementation of surgical simulators: a critical review of present, past, and future. *SatavSurg Endosc.* 2010;24(3):536-46. Epub 2009 Jul 25.
- Satava RM. Historical review of surgical simulation - a personal perspective. *World J Surg.* 2008;32(2):141-8.
- Kundhal PS, Grantcharov TP. Psychomotor performance measured in a virtual environment correlates with technical skills in the operating room. *Surg Endosc.* 2009;23(3):645-9. Epub 2008 Jul 12.
- Grantcharov TP, Kristiansen VB, Bendix J, Bardram L, Rosenberg J, Funch-Jensen P. Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *Br J Surg.* 2004;91(2):146-50.
- Aggarwal R, Crochet P, Dias A, Misra A, Ziprin P, Darzi A. Development of a virtual reality training curriculum for

- laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg.* 2009;96(9):1086-93.
24. Panait L, Rafiq A, Tomulescu V, Boanca C, Popescu I, Carbonnel A, et al. Telementoring versus on-site mentoring in virtual reality-based surgical training. *Surg Endosc.* 2006;20(1):113-8. Epub 2005 Oct 24.
 25. Pinto A, Selvaggi S, Sicignano G, Vollono E, Iervolino L, Amato F, et al. E-learning tools for education: regulatory aspects, current applications in radiology and future prospects. *Radiol Med.* 2008;113(1):144-57. Epub 2008 Feb 25. [Article in English, Italian]
 26. Langebaek R, Kaas H, Rueloekke ML, Kortegaard HE, Kirpensteijn J. Basic clinical skills - e-learning in the veterinary curriculum. Clinical skills courses at Faculty of LIFE, University of Copenhagen, Denmark. Available from: <https://absalon.ku.dk>
 27. Rudowski P, Rudowski R. E-learning in medicine - myth or reality. *The International eHealth, Telemedicine and Health ict Forum For Education, Networking and Business. MedeTel* 2010. Luxemburg, 14-16 aprilie 2010. (in press)
 28. Ansorg J. 6 years of experience in medical education: e-learning for surgeons by the [eCME-Center] platform. *European CME Forum, London* 2008. Available from: http://www.europeancme-forum.eu/ecf2008/presentations/2_jansorg.pdf
 29. Lang H, Radtke A, Hindennach M, Schroeder T, Frühauf NR, Malagó M, et al. Impact of virtual tumor resection and computer-assisted risk analysis on operation planning and intra-operative strategy in major hepatic resection. *Arch Surg.* 2005;140(7):629-38; discussion 638.
 30. Lamadé W, Glombitza G, Fischer L, Chiu P, Cárdenas CE Sr, Thorn M, et al. The impact of 3-dimensional reconstructions on operation planning in liver surgery. *Arch Surg.* 2000;135(11):1256-61.