

Livrabil

## Protocol medical pentru robotul ProHep-LCT

Un protocol medical pentru brahiterapia asistată robotic a fost elaborat împreună cu experții medicali de Universitatea de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu” din Cluj-Napoca. Acest protocol este constituit din 23 de pași împărțiți între cele trei etape principale de tratament: (1)—preplanificare; (2)—tratament; (3) — urmărire și monitorizare.

Pentru etapa de preplanificare sunt definiți următorii pași:

1. Pacientul este supus unei investigații imagistice complete (o scanare Computer Tomograf (CT) și o analiză cu rezonanță magnetică (RMN-dacă este necesar)) pentru a identifica și defini exact localizarea tumorii.
2. Imaginile obținute în urma scanării CT sunt analizate și următorii parametri sunt definiți:
  - I. Dozajul de radiații și tipul acestora
  - II. Numărul necesar de ace
  - III. Distribuția matriceală a acelor
  - IV. Traiectoriile liniare are sunt definite astfel încât să evite proximitatea zonelor cu risc ridicat pentru a împiedica penetrarea organelor, a vaselor de sânge sau secționarea nervilor și proximitatea țesuturilor cu densitate ridicată precum cartilajii și oase.
3. Cu ajutorul echipamentului de scanare CT care este echipat cu un sistem laser de definire a sistemului de coordonate, poziția pacientului pentru efectuarea procedurii medicale este stabilită pentru a permite:
  - I. Poziția confortabilă a pacientului pe durata întregii proceduri deoarece va fi folosită doar o anestezie locală.
  - II. Acces facil la toate traiectoriile predefinite pentru sistemul robotic prin poziționarea instrumentelor medicale deasupra pacientului.
4. Un set de markeri este poziționat pe pacient pentru a permite:
  - I. O reproducere precisă a poziției pacientului față de sistemul extern de coordonate (sistemul laser al CT-ului)
  - II. O vedere neobstrucționată asupra punctelor de inserție a acelor realizată prin:
    - i. Markerii ușor de identificat cu ajutorul scanării CT
    - ii. Un ghidaj pe care sunt marcate punctele de interes pentru procedură.
5. Este efectuată o a doua scanare CT care este comparată cu prima scanare pentru a valida poziția tuturor markerilor (dacă este necesar, ușoare corecții ale pozițiilor finale pot fi făcute în acest pas)
6. Poziția relativă dintre robot și pacient este optimizată pentru asigurarea atingerii tuturor punctelor țintă (se verifică dacă punctele țintă sunt toate în interiorul spațiului de lucru al robotului). Traiectoriile finale sunt validate.

Pentru etapa de efectuare a procedurii de brahiterapie au fost definiți următorii pași:

7. Pacientul este așezat pe masa de terapie, iar cu ajutorul markerilor folosiți în scanarea CT a pacientului este realizată referința robotului față de punctele țintă.
8. Sistemul robotic execută mișcările de inițializare începând cu sistemul de ghidare a instrumentului de inserție a acelor și apoi cu cel de ghidare a sondei ecografice. După inițializarea celor două module robotice, fiecare modul este deplasat spre un punct intermediar care să permită accesul

facil la cele două instrumente ghidate și în același timp să se afle în vecinătatea punctelor de interes.

9. Coordonatele punctelor de inserție-țintă sunt stabilite (fie prin introducerea manuală a acestora fie folosind un mediu de stocare mobil care conține coordonatele punctelor de inserție-țintă extrase din scanarea CT).
10. Sonda ecografică intra-operatorie este ghidată în apropierea primului punct de interes și folosind mișcările fine de precizie este poziționată astfel încât să ofere cea mai bună vizualizare asupra primei perechi de puncte inserție-țintă pentru a putea monitoriza traiectul acului pe toată durata procedurii.
11. Folosind sistemul de acționare al instrumentului de inserție a acului, primul ac este preluat din magazia de ace de către griperul instrumentului de inserție și pregătit pentru inserție.
12. Robotul poziționează vârful acului cât mai precis posibil deasupra punctului de inserție pe o traiectorie liniară definită de punctul de inserție și punctul țintă, dacă este necesar mici corecții pot fi aplicate folosind controlul manual.
13. Acul este inserat în corpul pacientului, urmărindu-se cu ajutorul sondei ecografice traiectoria acestuia, dacă este necesar mici corecții pot fi aplicate pentru păstrarea traiectoriei.
14. În cazul în care acul are or eroare mai mare de  $0,2^{\circ}$ - $0,5^{\circ}$  (în funcție de adâncimea de inserție) acul este retras și reintrodus.
15. Acul este inserat până la atingerea punctului țintă.
16. Acul este eliberat din dispozitivul de inserție (stiletul nu este extras din interiorul canulei urmând ca stiletul să fie extras după inserția tuturor acelor)
17. Următorul ac este încărcat și procedura se repetă până la atingerea numărului de ace necesar.
18. După inserția acelor, modulul de inserție a acelor și robotul se retrag în poziția de inițializare urmate de modulul de ghidare a sondei ecografice și a instrumentului de manipulare a acestuia, permițând acces deplin asupra celor inserate.
19. Stiletul fiecărui ac este extras și canulele sunt conectate la aparatul dedicat de livrare a semințelor radioactive pe baza protocolului de tratament.
20. După livrarea semințelor radioactive, acele sunt extrase manual din corpul pacientului și pacientul este extras din sala de terapie.
21. Robotul este extras din sala de terapie și procedura este încheiată.

Faza de urmărire și monitorizare conține doi pași:

22. Evoluția pacientului este monitorizată și pe baza evoluției, tratamente ulterioare sunt programate.
23. Toate informațiile referitoare la pacient sunt stocate într-o bază de date alături de datele colectate de la sistemul robotic pe durata procedurii pentru a permite analiza ulterioară a acestora.

Protocolul medical este conceput pentru intervenția umană minimă. În timp ce toți pașii sunt efectuați folosind algoritmi automați (pentru a elimina eroarea umană), experții medicali vor confirma finalizarea lor corectă pentru a permite sistemului să efectueze următoarea operație. Astfel, rolul expertului medical este schimbat spre un rol de supraveghere, oferindu-i controlul deplin asupra procedurii, care este sporit de precizia robotului (mai mare decât cea manuală).

Prof. Doina Pislă  
