

Raport analiză parametri relevanti care pot influența precizia de inserție a acului și siguranța pacientului

Evaluare pre-tratament

Presupune efectuarea unor investigații clinice și paraclinice înainte de terapia propriu-zisă. Astfel, după examenul obiectiv general și local al pacientului se vor efectua următoarele investigații paraclinice: analize de laborator, examinarea ecografică abdominală generală și hepatică cu substanța de contrast, computer tomografie (CT) toraco-abdominală cu substanța de contrast, alte consulturi de specialitate.

Parametrii care pot influența procedura de brahiterapie:

Volumul.

După efectuarea examinării CT cu substanța de contrast intra venos (iv), imaginile obținute sunt procesate în vederea stabilirii volumului hepatic total și a celui tumoral. Volumetria hepatică va indica poziția formațiunii tumorale în raport cu segmentația ficatului, diametrele acestora, raporturile intra și extra hepatice, volumul formațiunii tumorale precum și simularea unei îndepărtări a leziunii cu obținerea în procente a volumului hepatic restant.

Separat, pornind tot de la examinarea CT, se vor simula volumul ținta și poziția acelor de brahiterapie cu stabilirea limitelor: laterale, cranial, caudal, anterior, posterior și a planului axial. Astfel se va obține o apreciere inițială asupra poziției acelor, respectiv a dozelor utilizate și a timpului de acțiune pentru a ajunge la doza terapeutică stabilită.

Instalația de brahiterapie

Procedura se efectuează cu ajutorul instalației MicroSELECTRON Digital afterloader cu 18 canale și sursa radioactivă HDR (High Dose Rate) Iridium 192. Tipul HDR presupune utilizarea izotopului Iridiu 192 ca sursă uzuală cu activitate medie de 10 Curie (diametru de 0.6mm) condusă printr-un sistem de fire și catetere (ace) după un program prestabilit atât ca poziție a sursei cât și ca timp de acțiune. Procedura durează între 10 și 20 minute putând fi repetată de mai multe ori într-un interval de până la 5 zile. La finalul procedurii sursa este retrasă automat astfel încât nu rămâne material radioactiv în ficatul pacientului.

Acele pentru brahiterapie HDR și manevrabilitatea lor

Înainte de trecerea sursei radioactive de la instalație la pacient este necesar să fie montate un număr de catetere (tuburi, ace) în interiorul formațiunii ce urmează a fi supusă iradierii. Acestea sunt inserate cu control ecografic, poziția lor putând fi modificată pentru a obține maximum de eficiență. Inserția acelor poate fi efectuată manual sau cu ajutorul unui instrument dedicat.

Dozimetrie

Doza de referință este cuprinsă în intervalul 15-20 Gy. Aceasta se fixează la o anumită valoare în funcție de parametri biologici ai bolnavului, de volumul tumoral și mai ales în funcție de parenchimul hepatic normal adiacent formațiunii iradiată.

Verificare post-procedurală

Evaluarea post-procedurală constă în analiză la intervale de timp prestabilite (2-3 luni) a imaginilor CT sau RMN (imagistica prin rezonanță magnetică), urmărindu-se gradul de regresie sau progresie al formațiunii tumorale.

În cazul ablației cu radio frecvență acul este inserat prin trocarul de 5mm sau direct percutan în planul secțiunii ecografice. Acesta este urmărit pe traseul intraperitoneal până la capsula hepatică cu ajutorul laparoscopului. Acesta va trece peretele abdominal astfel încât să penetreze suprafața hepatică cât mai aproape de una dintre extremitățile sondei ecografice. Acul pătrunde ficatul până în centrul leziunii tumorale, fiind permanent urmărit ecografic. Trebuie

asigurata permanent sterilitatea câmpului operator, a acelor si a sondei ecografice. Inserția acului trebuie sa se facă in centrul tumoral sau la o mica distanta de acesta in funcție de protocolul utilizat. Se va evita depășirea limitei tumorale distale , iar la deschiderea acelor umbrelei se va evita depășirea conturului tumoral cu mai mult de 1 cm, progresia brațelor in vase mari / în cai biliare / în afara conturului hepatic / perforarea organelor învecinate. De asemenea trebuie asigurata hemostaza la finalul procedeuului.

Interacțiunea dintre ac și țesut este influențată de modul în care se introduce acul. De exemplu, inserarea manuală va da rezultate diferite față de inserarea automată. La fel, forța poate fi influențată de viteza de inserție, rotația axială în timpul inserției, locația și direcția de inserție și prin orientarea teșirii în timpul inserării.

În timpul procedurilor medicale, clinicianul, acul și pacientul fac parte dintr-un sistem complex dinamic cu multe interacțiuni. Acest lucru înseamnă că există mulți factori potențiali care pot influența actul medical. Pentru a demonstra acest lucru este îndeajuns să observăm diferența dintre forțele care apar la introducerea manuală a acului și și poziția acului (figura 1a-[1]). S-au constatat variații mari ale forței de-a lungul procedurii, dar acest lucru nu se știe dacă este intenționat sau este un rezultat al interacțiunii dintre ac și țesut, sau ambele. Din ac est motiv interpretarea datelor este destul de dificilă. Dacă această procedură se realizează cu un simulator haptic, aceeași relație ar trebui să rezulte ca în figura 1a. Pe de altă parte, pentru investigarea sistematică a interacțiunii dintre ac și țesut ar fi de preferat teste experimentale cu viteză constantă.

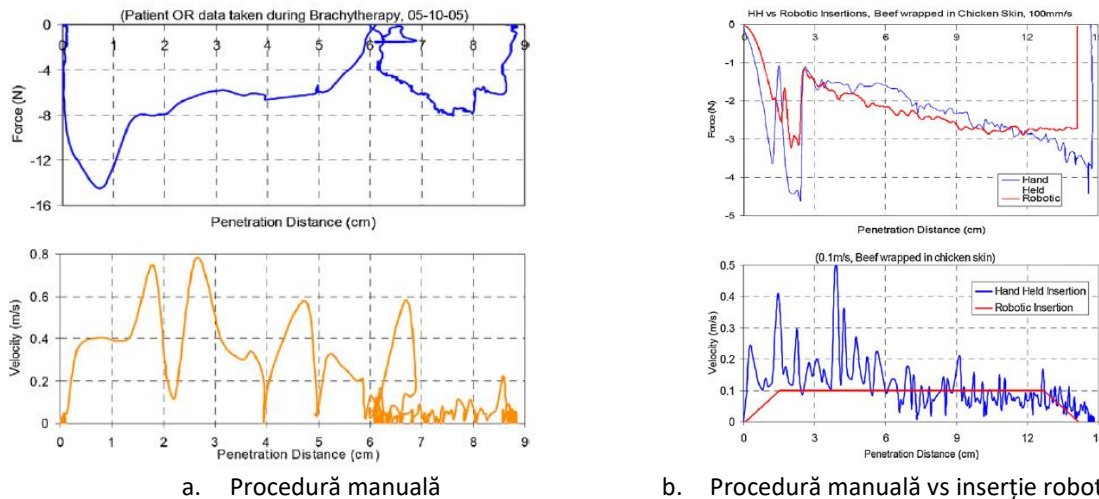


Figura 1. Forța și viteza în raport cu distanța de penetrare măsurată în timpul procedurii de brahiterapie [1].

O comparație între inserarea robotizată a acului și cea manuală, în ambele situații încercându-se menținerea unei viteze constante este reprezentată în figura 1b. Imposibilitatea omului de a menține o viteză constantă reiese din această figură și în același timp necesitatea de a folosii mijloace robotizate pentru testele experimentale.

Există puține informații în literatura de specialitate referitoare la vitezele specifice folosite în timpul procedurilor clinice. În [2] se menționează o viteză de 8.3mm/sec fără a se preciza sursa. În [3] sunt raportate datele provenind de la 20 de proceduri epidurale care arată o variație a vitezei între 0.4 și 10 mm/sec. [4] ia în considerare feedbackul medicilor și descrie intervalul reprezentativ pentru brahiterapia de prostată ca fiind între 1 mm/s și 20 mm/sec. În [5] a fost măsurată viteza a peste 25 de proceduri de brahiterapie de prostată și au fost măsurate viteze de până la 1000mm/sec, acest lucru este de fapt specific procedurilor medical, în care la început acul este introdus cu o viteză mai mare și pe măsură ce se apropie de punctul țintă viteza este redusă(ex. 100 mm/sec la introducere, 1mm/sec la apropierea de punctul țintă).

De-a lungul timpului au fost înregistrate o serie de teste experimentale în țesut artificial rezultatul acestora a fost că în materiale precum PVC (carbură de polivinil), silicon sau gelatină de origine porcină forța axială crește aproximativ liniar cu poziția acului. Panta dintre forță și poziție crește neliniar cu viteza sugerând o creștere în fricțiune.

În testele care au folosit țesut biologic s-a constatat că forța de străpungere scade cu creșterea vitezei, dar rămâne constantă la viteze mai mari de 50m/sec. În ficatul de porc forța medie de străpungere pare să fie independentă de viteză, dar variabilitatea ei scade cu creșterea vitezei. Forța de frecare în ficatul de porc crește cu viteze de până la 2mm/sec și rămâne constantă la viteze mai mari. În testele efectuate pe mușchi de vită și piele de oaie nu au fost înregistrate efecte ale vitezei asupra forței axiale.

O serie de teste au fost realizate pentru a valida modul în care rotația acului influențează forțele de inserție. În [6] s-au introdus ace cu vârf teșit în țesut cu piele provenit de la curcani folosindu-se o viteză de 10mm/sec și o gamă de frecvență a rotațiilor între 1 rpm și 25 rpm. Pe baza a 20 de inserții s-a constatat că atât deformarea țesutului cât și forțele de frecare au fost reduse în cazul în care s-a aplicat o rotație a acului cu până la 10 %. Nu au fost identificate influențe clare dar viteza de rotație între 3 și 5 rpm a fost sugerată ca fiind cea optimă. S-a precizat de asemenea că mișcarea de oscilație a acului în jurul axei ar putea să rezulte în forțe mai reduse decât rotația continuă. În [7] s-a determinat influența rotației acului în gelatină de porc și silicon. Folosind viteze de inserție între 5 și 20 mm/sec și frecvențe la rotației unidirecționale de 0,3 și 5 Hz s-a constatat o reducere a forțelor de frecare cu până la 50% în ambele țesuturi. În [8] s-a investigat efectul rotației acului pe un nr de 60 de subiecți umani. Viteza de inserție folosită a fost de 10mm/sec, frecvența de rotație 8 rpm și viteza de retragere a fost 5mm/sec. S-a constatat că rotația acului poate provoca o creștere statistică semnificativă de 50 % cu rotație bidirecțională și 150% cu rotație unidirecțională.

Director proiect,
Prof. dr. ing. Vaida Calin

