

Penggunaan Alat Imobilisasi pada Radioterapi Eksterna Karsinoma Nasofaring dengan Pembesaran Kelenjar Getah Bening Leher di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi

Brigita Cindy Meilani¹, Nyoman Indah Sukmasari², Dwi Sugeng Supriyadi³

^{1,2}Aktek Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali

³RSUD Dr. Moewardi

Email: cindybrigita74@gmail.com¹, iinsukmasari96@gmail.com²,
dwi.ss.radioterapis@gmail.com³

Abstrak

Karsinoma Nasofaring (KNF) merupakan keganasan pada epitel mukosa nasofaring. Radioterapi yang menjadi modalitas utama pengobatan KNF, memerlukan alat imobilisasi untuk menjaga stabilitas pasien selama penyinaran. Menurut Bao *et al.* (2021) dan Tang *et al.* (2021), alat imobilisasi pada radioterapi KNF meliputi masker termoplastik *Head Neck*, *styrofoam-bag*, *carbon-fiber baseplate* dan *head-support*. Namun terdapat perbedaan di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi, yaitu penggunaan masker termoplastik *abdomen* dikombinasikan dengan *hip-fix*, *Footrest*, dan *head-support* yang dipasang terbalik. Penelitian ini bertujuan mengetahui metode peletakan alat imobilisasi, alasan penggunaan *Hip Fix* dan masker *abdomen*, serta perannya dalam menunjang ketepatan terapi pada pasien KNF dengan pembesaran kelenjar getah bening leher. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Pengambilan data pada bulan Maret 2026 melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Responden terdiri dari dokter spesialis onkologi radiasi, radiografer *CT Simulator*, radiografer penyinaran dan fisikawan medis di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi. Pasien karsinoma nasofaring dengan pembesaran kelenjar getah bening leher menggunakan masker termoplastik *abdomen* yang dikombinasikan dengan *Hip Fix*, *Head Support* yang diletakkan terbalik, dan *Footrest* sebagai penanda batas bawah. Penggunaan masker *Head Neck* standar tidak memungkinkan karena ukuran massa kelenjar getah bening yang besar berpotensi menimbulkan luka kompresi. Pada verifikasi menunjukkan pergeseran kurang dari 3 mm pada setiap fraksi penyinaran. Kombinasi *Hip Fix*, masker termoplastik *abdomen*, *Head Support* terbalik, dan *Footrest* merupakan alternatif imobilisasi pada pasien KNF dengan pembesaran kelenjar getah bening leher yang mampu menjaga kenyamanan pasien serta akurasi dan presisi penyinaran radioterapi eksternal.

Kata Kunci: Karsinoma Nasofaring, Radioterapi Eksterna, Alat Imobilisasi

Abstract

Nasopharyngeal carcinoma (NPC) is a malignancy of the nasopharyngeal mucosal epithelium. Radiotherapy, which is the main modality of treatment for NPC, requires immobilization devices to maintain the patient's stability during irradiation. According to Bao et al. (2021) and Tang et al. (2021), immobilization devices in NPC radiotherapy include Head Neck thermoplastic masks, styrofoam-bags, carbon-fiber baseplates and head-supports. However, there is a difference in the Radiotherapy Installation of Dr. Moewardi Hospital, namely the use of an abdominal thermoplastic mask combined with hip-fix, Footrest, and head-support that is installed upside down. This study aims to find out the method of placement of immobilization devices, the reasons for using Hip Fix and abdominal masks, and their role in supporting the accuracy of therapy in NPC patients with enlarged neck lymph nodes. This study is a qualitative descriptive research. Data collection in March 2026 through observation, interviews, and documentation. Respondents consisted of radiation oncology specialists, CT Simulator radiographers, radiation radiographers and medical physicists at the Radiotherapy Installation of Dr. Moewardi Hospital. Nasopharyngeal carcinoma patients with enlarged cervical lymph nodes used an abdominal thermoplastic mask combined with Hip Fix, Head Support in an inverted position and Footrest as a marker of the lower limit. The use of a standard Head Neck mask was not possible because the large size of the lymph node mass had the potential to cause compression wounds. Verification showed a shift of less than 3 mm in each irradiation fraction. The combination of Hip Fix, abdominal thermoplastic mask, inverted Head Support, and Footrest is an effective immobilization alternative in NPC patients with neck lymph node enlargement, able to maintain patient comfort as well as the accuracy and precision of external radiotherapy irradiation.

Keywords: Nasopharyngeal Carcinoma, External Radiotherapy, Immobilization Device

1. PENDAHULUAN

Karsinoma merupakan penyakit kronis dengan angka kejadian dan mortalitas yang tinggi sehingga masih menjadi masalah kesehatan utama dunia. *World Health Organization* menyatakan bahwa karsinoma merupakan salah satu penyebab utama kematian global [1], sehingga diperlukan penatalaksanaan yang efektif dan berkelanjutan untuk meningkatkan harapan serta kualitas hidup pasien. Salah satu jenis karsinoma yang sering ditemukan adalah karsinoma nasofaring, yaitu keganasan yang berasal dari epitel mukosa Nasofaring, bagian paling superior dari faring yang terletak di belakang rongga hidung [2]. Pada tahun 2020, diperkirakan 133.354 orang didiagnosis menderita kanker Nasofaring di seluruh dunia. Secara global, diperkirakan 80.008 orang meninggal dikarenakan penyakit kanker Nasofaring [3]. Indonesia termasuk negara dengan kanker Nasofaring yang tinggi, dengan prevalensi sekitar 6,2 kasus per 100.000 penduduk dan estimasi $\pm$ 13.000 kasus baru setiap tahun. Kondisi ini menjadikan kanker Nasofaring sebagai salah satu kanker kepala dan leher yang paling sering ditemukan di Indonesia [4].

Karsinoma Nasofaring (KNF) merupakan neoplasma ganas yang berasal dari epitel mukosa Nasofaring, terutama dari epitel skuamosa [5]. Radioterapi memegang peranan penting dan sering dijadikan sebagai modalitas utama dalam penatalaksanaan karsinoma nasofaring, baik sebagai terapi tunggal maupun dikombinasikan dengan modalitas terapi lainnya [6]. Radioterapi dilakukan dengan memberikan paparan radiasi pengion kepada pasien kanker dengan tujuan untuk menghambat pertumbuhan serta menghancurkan sel-sel kanker secara selektif [7]. Radioterapi merupakan salah satu modalitas pengobatan karsinoma yang menggunakan radiasi berenergi tinggi, seperti sinar-X atau proton, untuk menghancurkan sel-sel ganas, termasuk pada karsinoma nasofaring [8].

Radioterapi merupakan metode pengobatan yang memerlukan tingkat presisi tinggi karena diberikan dalam jangka waktu relatif panjang, sehingga membutuhkan alat imobilisasi. Alat imobilisasi merupakan alat bantu fiksasi khusus untuk memastikan pasien berada pada posisi yang sama dan tetap tidak bergerak selama perencanaan dan pelaksanaan setiap sesi radioterapi [9]. Pada radioterapi eksternal karsinoma Nasofaring, digunakan berbagai alat imobilisasi seperti masker *termoplastik Head Neck*, *Styrofoam Bag*, dan *Carbon Fiber Base plate* untuk meminimalkan pergerakan pasien serta mempertahankan posisi sesuai perencanaan terapi [10,11]. Selain jenis alat, metode peletakan alat imobilisasi juga berperan penting, di mana posisi pasien *supine* dengan masker termoplastik yang dikombinasikan dengan *Head Support* atau *Headrest* berfungsi mempertahankan posisi kepala. Kesalahan peletakan *Head Support* atau *Headrest* dapat menyebabkan perubahan posisi kepala dan leher, yang berpotensi mengakibatkan pergeseran target volume dan meningkatkan risiko kesalahan *setup* radioterapi [12].

Berdasarkan pengamatan awal yang dilakukan penulis di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi, terdapat perbedaan dalam penggunaan alat imobilisasi, yaitu menggunakan masker termoplastik *Abdomen* yang dikombinasikan dengan *Hip Fix*, *Footrest* dan *Head Support* atau *Headrest* dengan metode peletakan yang dibalik dibandingkan dengan teknik yang lazim digunakan. *Hip Fix* yaitu alat imobilisasi non-invasif yang secara umum digunakan pada radioterapi dengan target di area *pelvis* dan *Abdomen*, seperti kanker serviks, prostat, kandung kemih, dan rektum. Alat ini berfungsi untuk menstabilkan posisi *pelvis* serta menjaga keselarasan postur tubuh pasien sehingga posisi penyinaran dapat dipertahankan secara konsisten dan reproduktif pada setiap fraksi terapi [13,14]. Perbedaan metode imobilisasi ini menarik untuk dikaji lebih lanjut karena dapat mempengaruhi kenyamanan pasien, kestabilan posisi, serta ketepatan penyinaran selama proses radioterapi.

Penggunaan alat imobilisasi yang berbeda tersebut menjadi dasar ketertarikan penulis untuk melakukan kajian lebih mendalam mengenai proses penyinaran radioterapi pada pasien karsinoma nasofaring dengan pembesaran kelenjar getah bening leher di RSUD Dr. Moewardi.

Diharapkan, kajian ini dapat memberikan gambaran mengenai penerapan alat imobilisasi yang digunakan, serta kontribusinya terhadap ketepatan dan konsistensi posisi pasien selama radioterapi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus yang bertujuan menganalisis penggunaan kombinasi *Hip Fix*, masker termoplastik *abdomen*, *Footrest*, dan *Head Support/Headrest* sebagai alat imobilisasi pada radioterapi eksternal pasien karsinoma nasofaring dengan pembesaran kelenjar getah bening leher di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi. Penelitian dilaksanakan pada Maret 2026 dengan populasi pasien karsinoma nasofaring yang mengalami pembesaran kelenjar getah bening leher. Sampel penelitian adalah satu pasien yang menjalani radioterapi menggunakan kombinasi alat imobilisasi tersebut. Informan penelitian terdiri atas satu dokter spesialis onkologi radiasi, satu radiografer *CT Simulator*, satu radiografer penyinaran, dan satu fisikawan medis yang dipilih berdasarkan keterlibatannya dalam proses perencanaan dan pelaksanaan radioterapi.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi partisipatif, wawancara terstruktur, dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengikuti secara langsung proses simulasi CT dan penyinaran radioterapi untuk mengamati penerapan kombinasi alat imobilisasi. Wawancara kepada seluruh informan bertujuan memperoleh informasi mengenai pertimbangan klinis dan teknis pemilihan serta modifikasi alat imobilisasi, metode pemasangan, proses *Treatment Planning System* (TPS), serta peran Cone Beam CT (*CBCT*) dalam verifikasi posisi pasien. Dokumentasi meliputi lembar rencana dokter onkologi radiasi, catatan *CT Simulator* berupa foto proses *setup* pasien dan alat imobilisasi, serta hasil *print out* komputer TPS (*Treatment Planning System*) dan hasil verifikasi posisi pasien.

Data dianalisis melalui tahapan reduksi data, kategorisasi, penyajian data, dan penarikan kesimpulan dengan mengintegrasikan hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi serta membandingkannya dengan literatur yang relevan. Analisis untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang berkaitan dengan efektivitas penggunaan kombinasi *Hip Fix* dan masker termoplastik *abdomen* dalam menjaga akurasi, presisi, dan keselamatan radiasi pada radioterapi eksternal karsinoma nasofaring dengan pembesaran kelenjar getah bening leher.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

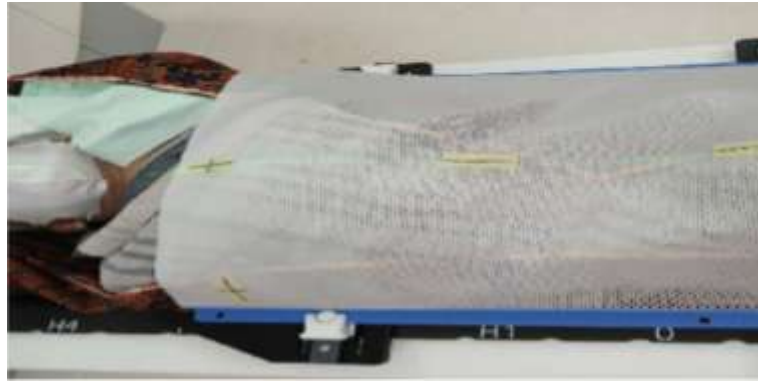
a. Identitas dan Gambaran Umum Pasien

Setelah melakukan pengamatan secara langsung di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Umum Dr. Moewardi didapatkan data berikut. Adapun profil kasus tersebut sebagai berikut:

Tabel 1. Identitas Pasien

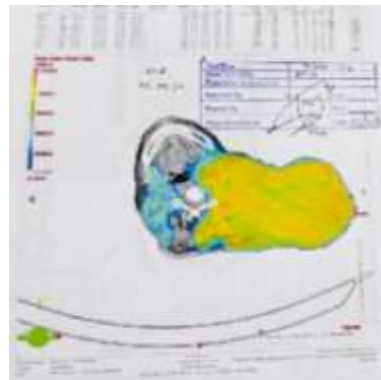
Identitas		Keterangan
Nama	:	Tn. S
Jenis Kelamin	:	Laki-laki
Umur	:	46 tahun
Klinis	:	Karsinoma Nasofaring dengan pembesaran Kelenjar getah bening
Terapi	:	Radioterapi Paliatif <i>IMRT</i>

Kondisi klinis pasien menunjukkan adanya pembesaran kelenjar getah bening disertai perdarahan, sehingga posisi pasien selama penyinaran radioterapi perlu dibuat senyaman mungkin.



Gambar 1. Kondisi Pasien (Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi)

Pasien dilakukan radioterapi paliatif dengan menggunakan teknik *Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT)* pada pesawat *Halcyon Linac*. Dosis radiasi yang direncanakan adalah 70 Gy yang diberikan dalam 33 fraksi dan dosis per-fraksinya sebesar 212,12 cGy.



Gambar 2. Hasil Perencanaan Dokter (Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi)

b. Alur Pelayanan Pasien

Pelayanan radioterapi diawali dengan pendaftaran di poliklinik radioterapi dengan membawa hasil pemeriksaan penunjang meliputi hasil pemeriksaan patologi anatomi, serta pemeriksaan radiologi seperti *USG*, *CT Scan*, dan *Bone Survey*. Dokter melakukan evaluasi berdasarkan hasil pemeriksaan penunjang dan status rekam medis pasien, serta mengkaji ulang stadium (*staging*) penyakit melalui pemeriksaan fisik yang disesuaikan dengan hasil pemeriksaan penunjang yang tersedia. Selanjutnya dokter juga menentukan tujuan dilaksanakannya radioterapi eksternal paliatif pada pasien dan dokter menjelaskan terapi yang akan diberikan kepada pasien, kemudian pasien diarahkan untuk mengisi *informed consent* serta menandatangani surat persetujuan tindakan radioterapi.

Pasien dijadwalkan untuk menjalani *CT Simulator* dan diminta datang sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Sebelum pelaksanaan *CT Simulator*, petugas terlebih dahulu melakukan identifikasi pasien serta memberikan edukasi mengenai prosedur pemasangan alat imobilisasi yang akan dilakukan. Edukasi tersebut meliputi penjelasan mengenai tahapan prosedur yang akan dijalani pasien serta tujuan penggunaan alat imobilisasi selama proses radioterapi. Selain itu, pasien diminta untuk melepaskan aksesoris yang dapat mengganggu pada area kepala dan leher, seperti kalung, anting-anting, kacamata, dan masker.

” Persiapannya tidak ada persiapan khusus diminta untuk melepas aksesoris-aksesoris yang dapat mengganggu pemeriksaan di area kepala-leher seperti kalung, anting-anting, kacamata dan masker harap dilepas. ”(R2).

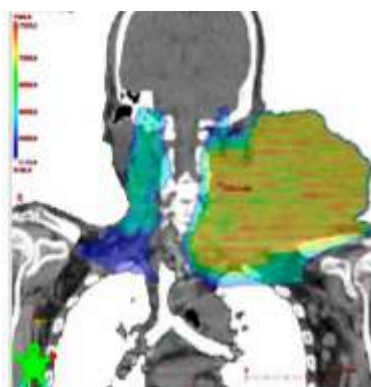
Selanjutnya petugas menyiapkan alat imobilisasi yang digunakan yaitu *Hip Fix*, *Head Support* yang diletakan terbalik, *Footrest*, serta masker termoplastik *abdomen*. Pasien

diposisikan *supine* di atas *Hip Fix*, kemudian dilakukan pencetakan masker termoplastik *abdomen* sesuai kontur tubuh pasien untuk membantu mempertahankan posisi selama tindakan radioterapi. Kemudian, radiografer menentukan *marker origin* serta melakukan penggambaran menggunakan spidol dan pemasangan *marker* tepat di gambar yang telah dibuat yaitu di 3 titik di bagian kiri, kanan dan tengah. *Scanning* dari area *vertex* hingga 4 cm dibawah *sternoclavicular joint*. Dilakukan dokumentasi sebagai acuan yang wajib direplikasi secara tepat pada setiap fraksi penyinaran berikutnya demi menjaga akurasi dan konsistensi *treatment*. Setelah prosedur selesai dilaksanakan, pasien dipersilakan untuk pulang dan menunggu jadwal pelaksanaan penyinaran radioterapi.

” Pasien diminta posisi *supine* di meja. Di sini kita sudah menyiapkan alat imobilisasi yang akan digunakan. Kemudian dipanaskan masker tersebut pada suhu sekitar 60 derajat, tunggu sampai masker termoplastik ini agak melunak kemudian pasangkan ke pasien. Pada kasus umum penggunaan masker *Head Neck*, tetapi untuk kasus ini karena kelenjar getah bening berada di area leher maka penggunaan *Hip Fix* harus memasukkan tangan pasien ke dalam masker. Pada kondisi normal umumnya ini digunakan untuk kasus *vertebrae* atau yang berada di area regio bawah dan tangan pasien tidak masuk masker, tetapi pada kasus ini tangan pasien harus masuk dengan tujuan untuk fiksasi bantu pada area bahu, agar bahu kanan kiri tetap sama saat penyinaran. Setelah masker termoplastik ini panas maka akan dipasang ke pasien dan dibentuk sesuai kontur tubuh pasien. Masker ini ditekan-tekan secukupnya kemudian ditahan sampai masker ini mengering. Kemudian tandai dengan *laser alignment* di bagian kanan, kiri dan tengah, lalu diberi tanda menggunakan spidol dan diberikan timah sebagai acuan saat *planning* dan sebagai *marker origin*. Selanjutnya kita scan pada area umumnya yaitu dari *vertex* sampai *apex paru*. ”

Tahapan selanjutnya kalkulasi dosis atau *Treatment Planning System* (TPS). Hasil citra *CT Simulator* pasien digunakan sebagai dasar dalam perencanaan radioterapi. Pada tahap ini, dokter melakukan deliniasi dengan menggambarkan area target meliputi *Gross Tumor Volume* (GTV), *Clinical Target Volume* (CTV), dan *Planning Target Volume* (PTV), serta *organ at risk* (OAR) yang berada di sekitar area target penyinaran. Setelah proses deliniasi selesai, dokter menentukan dosis radiasi yang akan diberikan kepada pasien.

Pada kasus ini, dokter merencanakan pemberian dosis total sebesar 70 Gy yang diberikan dalam 33 fraksi dengan dosis per fraksi sebesar 212,12 cGy. Selanjutnya, fisikawan medis melakukan proses perencanaan penyinaran dengan menyusun data penyinaran, menyesuaikan distribusi dosis sesuai batas dosis yang telah ditentukan dokter, serta mengatur pembagian fraksinasi. Setelah seluruh perencanaan selesai, hasil TPS akan dievaluasi kembali oleh dokter. Apabila telah disetujui, pasien kemudian dijadwalkan untuk menjalani penyinaran radioterapi.



Gambar 3. Distribusi Dosis (Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi)

Penyinaran dilakukan setelah radioterapis menghubungi pasien sesuai dengan jadwal radioterapi yang telah ditentukan. Selanjutnya, pasien datang ke ruang *Halcyon* untuk menjalani proses penyinaran. Sebelum tindakan dilakukan, petugas terlebih dahulu melakukan identifikasi data pasien serta memberikan penjelasan mengenai alur penyinaran yang akan dijalani. Posisi pasien dan alat imobilisasi yang digunakan disesuaikan dengan *CT Simulator*. Setelah pasien berada pada posisi yang sesuai, dilakukan pengaturan pergeseran titik origin berdasarkan data pergeseran yang telah ditentukan pada *Treatment Planning System* (TPS). Selanjutnya, radiografer melakukan verifikasi citra menggunakan *CBCT* yang didampingi oleh dokter onkologi radiasi sebelum proses penyinaran dilaksanakan. Apabila posisi anatomi pasien telah sesuai dengan hasil *CT Simulator*, radiografer mulai melakukan penyinaran pada area target radiasi. Setelah prosedur selesai, pasien diberikan penjelasan mengenai jadwal penyinaran pada fraksi berikutnya. Selain itu, setiap enam kali penyinaran pasien dijadwalkan untuk kontrol dan konsultasi dengan dokter guna memantau kondisi serta evaluasi terapi yang dijalani.

”....Memastikan saat proses *set up* pasien, titik sentrasi berada tepat pada garis laser sebagai acuan posisi. Selain itu penggunaan alat bantu imobilisasi seperti *Headrest*, masker, dan *Footrest* harus sama persis dengan yang digunakan saat proses *CT Simulator*.

c. Tatalaksana Penggunaan Alat Imobilisasi

Hasil diperoleh dari wawancara dan observasi yang diperkuat dengan dokumentasi di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi.

1). Persiapan Pasien

Berdasarkan hasil wawancara dan dokumentasi yang dilakukan penulis dengan responden di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi pada karsinoma Nasofaring dengan pembesaran kelenjar getah bening pada leher, persiapan pasien terlebih dahulu dilakukan identifikasi pada pasien dan memberikan edukasi mengenai prosedur pemasangan alat imobilisasi yang akan dilaksanakan, seperti penjelasan mengenai tahapan yang akan dijalani oleh pasien dan tujuan dari alat imobilisasi yang akan digunakan. Pasien juga diminta untuk melepas aksesoris yang dapat mengganggu terapi di area kepala dan leher seperti kalung, anting-anting, kacamata, dan masker. Selanjutnya petugas menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk pencetakan alat imobilisasi. Hal ini sudah sesuai dengan pernyataan responden radiografer (R2) sebagai berikut:

” persiapan pasien dilakukan identifikasi dan menjelaskan prosedur-prosedur yang akan dijalani oleh pasien. Pasien diminta untuk melepas aksesoris-aksesoris yang dapat mengganggu pemeriksaan di area kepala-leher seperti kalung, anting-anting, kacamata dan masker harap dilepas. Kemudian menyiapkan alat-alat dan bahan untuk pemeriksaan. ”(R2).

2). Alat dan Bahan

Hasil diperoleh dari wawancara dan observasi yang diperkuat dengan dokumentasi di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi petugas menyiapkan alat-alat dan bahan yang diperlukan untuk proses terapi yaitu sebagai berikut:

(a).Head Support



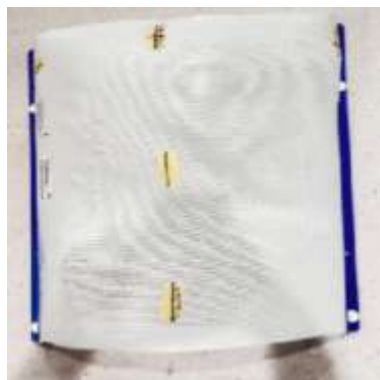
Gambar 4. *Head Support* atau *Headrest* (Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi)

(b).Hip Fix



Gambar 5. *Hip Fix* (Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi)

(c).Masker Abdomen



Gambar 6 Masker *Abdomen* (Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi)

(d).Footrest



Gambar 7. *Footrest* (Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi)

(e).Waterbath Masker Termoplastik



Gambar 8. *Waterbath Masker Termoplastik* (Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi)

Alat dan bahan yang digunakan pada terapi karsinoma Nasofaring dengan pembesaran kelenjar getah bening leher di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi yang diperoleh dari dokumentasi hal ini sudah sesuai dengan pernyataan responden R2 sebagai berikut:

” Alat dan bahan yang digunakan pada pasien karsinoma Nasofaring ini menggunakan masker *Abdomen*, *Hip Fix*, *Headrest*, *Footrest* dan *Waterbath* ”(R2).

3). Prosedur Pencetakan Alat Imobilisasi

Hasil diperoleh dari wawancara dan observasi yang diperkuat dengan dokumentasi di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi. Pencetakan masker dilakukan di meja pemeriksaan sebelum pelaksanaan *CT Simulator*. *Hip Fix*, *Headrest* tipe A, dan *Footrest* dipasang terlebih dahulu, dengan *Headrest* tipe A diletakkan dalam posisi terbalik di bawah kepala pasien, sedangkan *Footrest* dipasang pada titik atau nomor tertentu sebagai penanda batas bawah posisi kaki. Pasien tidak diperbolehkan menggunakan bantal pribadi sebagai pengganti *Head Support*, karena posisi bantal dapat berubah setiap kali digunakan, sehingga tidak dapat menjamin konsistensi posisi pada setiap sesi penyinaran. Setelah *Hip Fix*, *Headrest*, dan *Footrest* terpasang, pasien diposisikan *supine* di atas *Hip Fix*.

Hal ini sudah sesuai dengan pernyataan responden radiografer (R2) sebagai berikut:

”....Pasien diminta posisi *supine* di meja. Di sini kita sudah menyiapkan *Base plate*, karena umumnya pasien kepala-leher itu menggunakan masker *Head Neck*. Namun dalam kasus-kasus tertentu penggunaan *head mask* ini tidak digunakan apabila kasus yang ada itu merupakan kasus kanker atau tumor yang besar karena dapat menyebabkan luka-luka kompresi saat pemasangan. *Head Support* atau *Headrest* tipe A dengan peletakan dibalik. *Head Support*

atau *Headrest* yang nyaman, tetapi harus menggunakan *Head Support* dari alat rumah sakit karena alat fiksasi itu harus sama. Kemudian diposisikan pasien dan menggunakan aksesoris tambahan untuk *guideline* atas bawah yaitu *Footrest* yang berfungsi untuk menandakan batas bawah agar tidak terjadi pergeseran intra penyinaran harian. Saat *treatment* posisinya sama yaitu selalu di angka yang sama pada pemasangan *Footrest*. ”(R2).

Masker termoplastik *abdomen* Dimasukkan terlebih dahulu ke dalam *Waterbath* pada suhu sekitar 60-70 derajat Celsius hingga bahan termoplastik tersebut melunak dan siap dibentuk. Setelah masker termoplastik *abdomen* menjadi lunak dan transparan akibat proses pemanasan, masker termoplastik kemudian dicetak dan dibentuk sesuai kontur tubuh pasien dengan cara ditekan secukupnya. Masker ditahan hingga mengering dan mengeras mengikuti bentuk tubuh pasien. Dalam pemasangan ini, kedua tangan pasien dimasukkan ke dalam masker *abdomen*. Hal ini sudah sesuai dengan pernyataan responden radiografer (R2) sebagai berikut: ”...Kemudian dipanaskan masker tersebut pada suhu sekitar 60 derajat, tunggu sampai masker termoplastik agak melunak, setelah masker termoplastik ini panas maka akan dipasang ke pasien dan dibentuk sesuai kontur tubuh pasien, masker ini ditekan-tekan secukupnya kemudian ditahan sampai masker mengering. ”(R2).

Setelah seluruh alat imobilisasi terpasang dan posisi pasien sudah sesuai, seluruh parameter posisi pasien dan alat imobilisasi yang digunakan didokumentasikan secara lengkap, meliputi nomor posisi *Footrest*, jenis dan konfigurasi *Headrest*, serta posisi masker termoplastik. Dokumentasi ini menjadi acuan yang wajib direplikasi secara tepat pada setiap fraksi penyinaran berikutnya demi menjaga akurasi dan konsistensi *treatment*. Berikut merupakan foto dokumentasi pasien: `



Gambar 9. Alat Imobilisasi Pasien (Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi)

Pembahasa

a. Alur Pelayanan

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, alur pelayanan radioterapi eksternal pada pasien karsinoma nasofaring dengan pembesaran kelenjar getah bening leher di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi dilaksanakan secara sistematis melalui lima tahapan, yaitu konsultasi dokter onkologi radiasi, *CT Simulator*, perencanaan dosis menggunakan *Treatment Planning System* (TPS), pelaksanaan penyinaran, dan verifikasi posisi menggunakan *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT). Pada tahap konsultasi, dokter melakukan anamnesis, pemeriksaan fisik, evaluasi hasil penunjang, serta menentukan indikasi dan tujuan radioterapi sebelum membuat permintaan *CT Simulator*. Tahap ini menjadi dasar seluruh proses radioterapi karena menentukan strategi klinis dan teknis selanjutnya. Hal tersebut sejalan dengan Tang *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa evaluasi klinis awal berperan penting dalam menentukan indikasi dan tujuan radioterapi. Menurut penulis, tahapan konsultasi ini merupakan fondasi dari seluruh alur pelayanan radioterapi, karena keputusan klinis yang diambil oleh dokter pada tahap ini akan menentukan seluruh pendekatan teknis yang diterapkan pada tahapan berikutnya.

Pada tahap *CT Simulator*, pasien diposisikan *supine* menggunakan kombinasi *Hip Fix*, masker termoplastik *abdomen*, *Head Support/Headrest*, dan *Footrest*. Setelah pencetakan masker, dilakukan penandaan titik sentrasi menggunakan *laser alignment*, kemudian dilakukan pemindaian dari area *vertex* hingga 4 cm di bawah *sternoclavicular joint*. Menurut Tang *et al.* (2021) dan Leech *et al.* (2017), cakupan pemindaian harus meliputi seluruh volume tumor dan kelenjar getah bening servikal dengan *margin* yang memadai agar proses delineasi target dan perencanaan dosis berlangsung optimal. Menurut penulis, penentuan batas bawah *scanning* 4 cm di bawah *sternoclavicular joint* sudah tepat dan sesuai kebutuhan klinis karena memastikan seluruh volume target leher dan supraklavikula tercakup dalam data CT, serta memberikan *margin* yang cukup untuk delineasi OAR dan penentuan *margin* PTV secara akurat.

Selanjutnya, data CT digunakan fisikawan medis untuk menentukan GTV, CTV, PTV, dan *Organ at risk* (OAR). Berdasarkan hasil wawancara, penggunaan kombinasi alat imobilisasi tidak mengganggu proses TPS maupun distribusi dosis radiasi. Pelaksanaan penyinaran dilakukan dengan mereplikasi posisi pasien sesuai pada *CT Simulator*, kemudian dilakukan verifikasi menggunakan *CBCT* sebelum radiasi diberikan. Konsistensi *setup* pasien pada setiap fraksi sangat penting untuk menjamin ketepatan distribusi dosis sebagaimana dikemukakan Costin dan Marcu (2022). Menurut Zhang *et al.* (2024) menegaskan bahwa *CBCT* berperan dalam memastikan kesesuaian posisi pasien dengan rencana terapi sehingga risiko penyinaran jaringan sehat dapat diminimalkan. Berdasarkan hasil penelitian, seluruh tahapan pelayanan radioterapi di RSUD Dr. Moewardi telah dilaksanakan secara terstruktur sehingga mendukung akurasi dan keselamatan terapi.

b. Alat dan Bahan

Hasil observasi, wawancara dan dokumentasi menunjukkan bahwa radioterapi eksternal pada pasien karsinoma nasofaring dengan pembesaran kelenjar getah bening leher menggunakan kombinasi *Hip Fix*, masker termoplastik *abdomen*, *Head Support* tipe A yang diletakan terbalik, dan *Footrest*. Modifikasi ini dilakukan karena masker termoplastik *Head Neck* standar tidak dapat dipasang secara optimal dikarenakan besarnya massa kelenjar getah bening di leher yang berpotensi menimbulkan tekanan berlebih dan ketidaknyamanan pasien. Temuan ini berbeda dengan penggunaan alat imobilisasi standar menurut Bao *et al.* (2021), namun tetap memenuhi prinsip stabilitas dan reproduksibilitas posisi sebagaimana yang ditulis oleh Tang *et al.* (2021) dan Yoram *et al.* (2023), yaitu menyesuaikan pemilihan alat imobilisasi dengan kondisi klinis pasien.

Pada penelitian ini, *Hip Fix* dimanfaatkan sebagai penyangga tubuh bagian bawah untuk menjaga stabilitas *pelvis* sehingga mengurangi pergeseran posisi selama penyinaran, meskipun alat tersebut umumnya digunakan pada radioterapi *pelvis* dan *abdomen* (Regmi *et al.*, 2021). Masker termoplastik *abdomen* digunakan untuk memfiksasi daerah dada dan bahu dengan kedua tangan berada di dalam masker sehingga membantu mempertahankan simetri bahu. Selain itu, *Head Support* tipe A dipasang secara terbalik guna meningkatkan kenyamanan tanpa mengurangi kestabilan posisi kepala, sedangkan *Footrest* berfungsi sebagai penanda posisi kaki agar reproduksibilitas posisi pasien tetap terjaga pada setiap fraksi penyinaran. Pendekatan ini sejalan dengan Leech *et al.* (2017), Goldsworthy *et al.* (2020), dan Costin dan Marcu (2022) yang menekankan pentingnya stabilitas, kenyamanan, serta konsistensi posisi pasien selama radioterapi. Prosedur pemanasan masker pada suhu 60–70°C juga telah sesuai dengan yang ditulis oleh You *et al.* (2024) sehingga menghasilkan cetakan yang optimal.

c. Prosedur Pencetakan dan Peletakan Alat Imobilisasi

Prosedur pemasangan alat imobilisasi diawali dengan identifikasi dan edukasi pasien, dilanjutkan pemasangan *Hip Fix*, *Head Support* tipe A secara terbalik, dan *Footrest* sebelum pasien diposisikan *supine*. Tahapan ini bertujuan meningkatkan kenyamanan sekaligus

memastikan stabilitas posisi selama *CT Simulator* dan penyinaran, sesuai dengan yang ditulis oleh Leech *et al.* (2017) dan Nutting (2016). Selanjutnya, masker termoplastik *abdomen* dipanaskan pada suhu 60–70°C hingga lunak, kemudian dibentuk mengikuti kontur tubuh pasien dengan kedua tangan berada di dalam masker. Modifikasi ini dilakukan untuk mempertahankan simetri bahu dan menjaga reproduksibilitas posisi pada kondisi ketika masker kepala-leher standar tidak dapat digunakan, sebagaimana didukung oleh Leech *et al.* (2017) dan You *et al.* (2024).

Setelah seluruh alat imobilisasi terpasang, dilakukan penentuan *marker origin* menggunakan *laser alignment* dan seluruh konfigurasi alat didokumentasikan sebagai acuan pada setiap fraksi penyinaran. Dokumentasi yang lengkap menjadi faktor penting dalam menjaga konsistensi *setup* pasien sesuai dengan yang dituliskan oleh Costin dan Marcu (2022). Hasil verifikasi menunjukkan bahwa nilai *setup error* pada seluruh fraksi berada di bawah 3 mm, masih berada dalam batas toleransi radioterapi kepala dan leher menurut Leech *et al.* (2017). Nilai tersebut menunjukkan bahwa kombinasi *Hip Fix*, masker termoplastik *abdomen*, *Head Support* tipe A terbalik, dan *Footrest* mampu menghasilkan stabilitas posisi. Konsistensi penggunaan alat yang sama antara *CT Simulator* dan penyinaran, didukung dokumentasi yang lengkap, menjadi faktor utama rendahnya *setup error* (Li *et al.*, 2023). Dengan demikian, modifikasi alat imobilisasi yang diterapkan di RSUD Dr. Moewardi terbukti menjadi solusi yang aman dan efektif bagi pasien dengan pembesaran kelenjar getah bening leher yang tidak memungkinkan penggunaan masker *Head Neck* standar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai penggunaan alat imobilisasi pada radioterapi eksternal pasien karsinoma nasofaring dengan pembesaran kelenjar getah bening leher di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi, dapat disimpulkan bahwa metode peletakan alat imobilisasi diawali dengan pemasangan *Hip Fix*, *Headrest* tipe A yang diletakkan terbalik, dan *Footrest* dipasang terlebih dahulu, kemudian pasien diposisikan *supine* di atas *Hip Fix*, kepala ditopang oleh *Headrest* yang diposisikan terbalik untuk meningkatkan kenyamanan dan stabilitas, dilanjutkan dengan pemasangan *Footrest* sebagai batas bawah posisi pasien serta masker termoplastik *abdomen*. Penggunaan kombinasi *Hip Fix* dan masker termoplastik *abdomen* dipilih karena kondisi klinis pasien dengan pembesaran kelenjar getah bening leher tidak memungkinkan penggunaan masker *Head Neck* standar akibat risiko tekanan dan ketidaknyamanan pada area leher. Oleh karena itu, dilakukan modifikasi alat imobilisasi menggunakan *Hip Fix*, masker termoplastik *abdomen*, *Head Support* atau *Headrest*, serta *Footrest* untuk mempertahankan stabilitas posisi pasien selama penyinaran. Kombinasi alat imobilisasi tersebut terbukti berperan dalam menjaga akurasi dan presisi radioterapi dengan menopang kepala, memfiksasi tubuh, mempertahankan posisi bahu dan tubuh bagian bawah, serta memberikan batas bawah posisi pasien sehingga posisi pasien tetap stabil dan konsisten selama setiap fraksi penyinaran.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hanggoro Putro DU, Ike Darmayanti AR, Tandiola R, Aulawi K. Pengendalian Infeksi pada Pasien Kanker: Literature Review. Jurnal Kesehatan Vokasional. 2023;8 [1]:46. doi:10.22146/jkesvo.67677
- [2]. Long BW., Smith BJ., Merrill Vinita. Merrill's atlas of radiographic positioning & procedures. Elsevier; 2016.
- [3]. Zhang Y, Rumgay H, Li M, Cao S, Chen W. Nasopharyngeal Cancer Incidence and Mortality in 185 Countries in 2020 and the Projected Burden in 2040: Population-Based Global Epidemiological Profiling. JMIR Public Health Surveill. 2023;9 [1]. doi:10.2196/49968 PubMed PMID: 37728964.

- [4]. Rosyidi RM, Kadriyan H, Taufik A, Zulkarnaen DA, Abdurrosid LMK. Karsinoma Nasofaring, Review. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. 2024;10 [4]:662–70. doi:10.29303/jstl.v10i4.787
- [5]. Bossi P, Chan AT, Licitra L, Trama A, Orlandi E, Hui EP, *et al.* Nasopharyngeal carcinoma: ESMO-EURACAN Clinical Practice *Guidelines* for diagnosis, *treatment* and follow-up. *Annals of Oncology*. 2020;32 [4]:452–65. doi:10.1016/j.annonc.2020.12.007 PubMed PMID: 33358989.
- [6]. Ariani S, Saputra RB, Sudiasa P. Diagnosa Dan Penatalaksanaan Karsinoma Nasofaring. 2019.
- [7]. Khatamsi HA, Indrati R, Murniati E. *Treatment* of Radiotherapy Monoisocentric Technique in Cases of Nashopharangeal Cancer at Unit Radiotherapy Installation Radiology RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta. *Jlmed*. 2018;4 [1].
- [8]. Chow JCL, Ruda HE. Flash Radiotherapy: Innovative Cancer *Treatment*. *Encyclopedia*. 2023 Sep 1;3 [3]:808–23. doi:10.3390/encyclopedia3030058
- [9]. Xia CH, Ma Z, Ciric R, Gu S, Betzel RF, Kaczkurkin AN, *et al.* Linked dimensions of psychopathology and connectivity in functional brain networks. *Nat Commun*. 2018;9 [1]. doi:10.1038/s41467-018-05317-y PubMed PMID: 30068943.
- [10]. Bao J, Chen L, Zhu JH, Fei ZF, Hu ZT, Wang HZ, *et al.* Comprehensive end-to-end test for intensity-modulated radiation therapy for nasopharyngeal carcinoma using an anthropomorphic phantom and EBT3film. *International Journal of Radiation Research*. 2021;19 [1]:31–9. doi:10.29252/IJRR.19.1.31
- [11]. Tang LL, Chen YP, Chen C Ben, Chen MY, Chen NY, Chen XZ, *et al.* The Chinese Society of Clinical Oncology (CSCO) clinical *guidelines* for the diagnosis and *treatment* of nasopharyngeal carcinoma. *Cancer Commun*. 2021;41(11):1195–227. doi:10.1002/cac2.12218 PubMed PMID: 34699681.
- [12]. Yoram F, Dharsee N, Mkoka DA, Maunda K, Kisukari JD. Radiation therapists' perceptions of thermoplastic mask use for head and neck cancer patients undergoing radiotherapy at Ocean Road Cancer Institute in Tanzania: A qualitative study. *PLoS One*. 2023 Feb 1;18(2 February). doi:10.1371/journal.pone.0282160 PubMed PMID: 36821555.
- [13]. Singh SG, Qureshi S, Jain L, Jadia S, Sharma S. Presentation of lesions of nose and paranasal sinuses at a tertiary care center in central India. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. 2018;70 [2]:284–9. doi:10.1007/s12070-018-1246-2
- [14]. Regmi S, Ghosh A, Magar DG, Thapa S, Koirala KP, Talwar OP. Histopathology of sinonasal and nasopharyngeal neoplastic lesions in a tertiary care center of western nepal: A descriptive cross-sectional study. *Journal of the Nepal Medical Association*. 2021;59(239):657–62. doi:10.31729/jnma.6859
- [15]. Lapmpignano JP, Kendrick LE. Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. 9th ed. 2018.
- [16]. Anastasia YA, Dewi YA, Lasminingrum L. Nasopharyngeal Carcinoma: Understanding Anatomy and Radiotherapy Side Effects. In. 2023. p. 261–5. doi:10.2991/978-94-6463-280-4_47
- [17]. Dewi Y, Sugiharto S. Histopathological Study of Sinonasal and Nasopharyngeal Lesions in Sumber Waras Hospital Jakarta from 2017-2023. *Jurnal Kedokteran Diponegoro (Diponegoro Medical Journal)*. 2024;13 [4]. doi:10.14710/dmj.v13i4.45913
- [18]. Diao S, Hou J, Yu H, Zhao X, Sun Y, Lambo RL, *et al.* Computer-Aided Pathologic Diagnosis of Nasopharyngeal Carcinoma Based on Deep Learning. *Am J Pathol*. 2020;190 [8]:1691–700. doi:10.1016/j.ajpath.2020.04.008 PubMed PMID: 32360568.

- [19]. Cantù G. Nasopharyngeal carcinoma. A “different” head and neck tumour. Part A: from histology to *staging*. Acta Otorhinolaryngologica Italica. Pacini Editore S.p.A./AU-CNS; 2023. doi:10.14639/0392-100X-N2222 PubMed PMID: 37099432.
- [20]. Faiza S, Rahman S, Asri A. Karakteristik Klinis dan Patologis Karsinoma Nasofaring di Bagian THT-KL RSUP Dr. M.Djamil Padang. Jurnal Kesehatan Andalas [Internet]. 2016;5 [1]. Available from: <http://jurnal.fk.unand.ac.id>
- [21]. Hardiati RH, Nabila C, Milenia UN. Klasifikasi, Faktor Risiko, Tatalaksana dan Komplikasi Kanker Nasofaring. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi. 2022;22 [1]:304–7. doi:10.33087/jiubj.v22i1.1780
- [22]. Sudana KW, Suanda IK, Sutanegara SWD. Hubungan stadium klinis awal dan lanjut dengan kejadian depresi pada penderita Karsinoma Nasofaring (KNF) sebelum terapi di Poliklinik THT – KL RSUP Prof. Dr. IGNG Ngoerah, Bali, Indonesia. Intisari Sains Medis. 2023;14 [2]:877–82. doi:10.15562/ism.v14i2.1764
- [23]. Gupta SM, Warke H, Chaudhari H, Mavani P, Katke RD, Kerkar SC, *et al.* Human Papillomavirus E6/E7 Oncogene Transcripts as Biomarkers for The Early Detection of Cervical Cancer. J Med Virol. 2022;94 [7]:3368–75. doi:10.1002/jmv.27700 PubMed PMID: 35257379.
- [24]. Gorolay VV, Niles NN, Huo YR, Ahmadi N, Hanneman K, Thompson E, *et al.* MRI detection of suspected nasopharyngeal carcinoma: a systematic review and meta-analysis. Neuroradiology. 2022;64 [8]:1471–81. doi:10.1007/s00234-022-02941-w PubMed PMID: 35499636.
- [25]. Maisura. Radioterapi pada Karsinoma Nasofaring Maisura. Jurnal Kedokteran Naggroe Medika. 2024;7 [2]:65–73. doi:<https://doi.org/10.35324/jknamed.v7i2.292>
- [26]. Özkurt S, Uysal AO, İbiş K. Radiotherapy in Gynecological Cancers. Nuclear Medicine Seminars. 2022;8 [3]:190–6. doi:10.4274/nts.galenos.2022.0022
- [27]. Widjaya GH, Fatimah, Sudiyono. Teknik Radioterapi Radiasi External Kanker Serviks Denganseparasi Lebih Dari 20 Centimeter Pada Pesawat Teleterapi Cobalt-60 Di Unit Radioterapi Instalasi Radiologi Rsup Dr. Kariadi Semarang. JImeD. 2018.
- [28]. Costin IC, Marcu LG. Factors impacting on patient *setup* analysis and error management during breast cancer radiotherapy. Crit Rev Oncol Hematol. 2022 Oct 1;178:103798. doi:10.1016/J.CRITREVONC.2022.103798 PubMed PMID: 36031175.
- [29]. Petrariizky AJ, Gondhowiardjo SA. Akurasi Geometri Pasien Yang Menjalani Radioterapi Stereotaktik Di Departemen Radioterapi RSCM. Radioterapi & Onkologi Indonesia. 2015;6 [1]:1–0. doi:<https://doi.org/10.32532/JORI.V6I1.28>
- [30]. You W, Chen C, Chu H, Yau Y, Liu T, Lai P, *et al.* Quantifying thermoplastic mask quality for precision radiotherapy in head and neck cancer A 3D stress test and 6D-axis error analysis. Medicine (United States). 2024;103(44). doi:10.1097/MD.00000000000040365 PubMed PMID: 39496008.
- [31]. Lastrucci A, Wandael Y, Barra A, Ricci R, Maccioni G, Pirrera A, *et al.* Exploring Augmented Reality Integration in Diagnostic Imaging: Myth or Reality? Diagnostics. 2024;14:1–35. doi:10.3390/diagnostics14131333
- [32]. Miron VM, Etzelstorfer T, Kleiser R, Raffelsberger T, Major Z, Geinitz H. Evaluation of novel 3D-printed and conventional thermoplastic stereotactic high-precision patient fixation masks for radiotherapy. Strahlentherapie und Onkologie. 2022;198(11):1032–41. doi:10.1007/s00066-022-01963-w PubMed PMID: 35697775.
- [33]. Li B, Bai F, Yao X, Xu L, Zhao L. Clinical value of styrofoam fixation in intracranial tumor radiotherapy. Front Oncol. 2023;13. doi:10.3389/fonc.2023.1131006
- [34]. Mandija S, D’Agata F, Navest RJM, Sbrizzi A, Tijssen RHN, Philippens MEP, *et al.* Brain and Head-and-Neck MRI in Immobilization Mask: A Practical Solution for MR-Only Radiotherapy. Front Oncol. 2019;9. doi:10.3389/fonc.2019.00647

- [35]. Zechner A, Ziegler I, Hug E, Lütgendorf-Caucig C, Stock M. Evaluation of the inter- and intrafraction displacement for head patients treated at the particle therapy centre MedAustron based on the comparison of different commercial immobilisation devices. *Z Med Phys.* 2022;32 [1]:39–51. doi:10.1016/j.zemedi.2021.01.007 PubMed PMID: 33640219.
- [36]. Leech M, Coffey M, Mast M, Moura F, Osztavics A, Pasini D, *et al.* ESTRO ACROP *guidelines* for positioning, immobilisation and position verification of head and neck patients for radiation therapists. *Tech Innov Patient Support Radiat Oncol.* 2017;1:1–7. doi:10.1016/j.tipsro.2016.12.001
- [37]. Mohan R, Grosshans D. Proton therapy – Present and future. *Adv Drug Deliv Rev.* 2017 Jan 15;109:26–44. doi:10.1016/j.addr.2016.11.006 PubMed PMID: 27919760.
- [38]. Ostyn M, Wang S, Kim YS, Kim S, Yeo WH. Radiotherapy-Compatible Robotic System for Multi-Landmark Positioning in Head and Neck Cancer *Treatments*. *Scientific Reports* 2019 9:1. 2019 Oct 7;9 [1]:14358-. doi:10.1038/s41598-019-50797-7 PubMed PMID: 31591440.
- [39]. Nutting C. Radiotherapy in head and neck cancer management: United Kingdom National Multidisciplinary *Guidelines*. *J Laryngol Otol.* 2016 May;130(S2):S66–7. doi:10.1017/S0022215116000463 PubMed PMID: 27841119.
- [40]. Bedwani S, Blais D, Roberge D, DeBlois F. Eliminating computed tomography imaging artifacts through 3D printed radiotherapy *Head Supports*. *J Appl Clin Med Phys.* 2020 Oct 1;21 [10]:248–52. doi:10.1002/ACM2.13027 PubMed PMID: 32989881.
- [41]. Ostyn M, Wang S, Kim YS, Kim S, Yeo WH. Radiotherapy-compatible Robotic System for Multi-Landmark positioning in Head and neck cancer *treatments* [Internet]. doi:10.1038/s41598-019-50797-7
- [42]. Hobson MA, Hu Y, Caldwell B, Cohen GN, Glide-Hurst C, Huang L, *et al.* AAPM Task Group 334: A guidance document to using radiotherapy immobilization devices and accessories in an MR environment. *Med Phys.* 2024 Jun 1;51 [6]:3822–49. doi:10.1002/MP.17061;ISSUE:ISSUE:DOI PubMed PMID: 38648857.
- [43]. Asfia A, Novak JI, Mohammed MI, Rolfe B, Kron T. A review of 3D printed patient specific immobilisation devices in radiotherapy. *Phys Imaging Radiat Oncol.* 2020;13:30–5. doi:10.1016/j.phro.2020.03.003
- [44]. Goldsworthy S, Palmer S, Latour JM, McNair H, Cramp M. A systematic review of effectiveness of interventions applicable to radiotherapy that are administered to improve patient comfort, increase patient compliance, and reduce patient distress or anxiety. *Radiography.* 2020 Nov 1;26 [4]:314–24. doi:10.1016/j.radi.2020.03.002 PubMed PMID: 32245711.