

腹臥位による乳房部の放射線治療の検討

高松赤十字病院 放射線科

山花 大典, 藤原 直人, 藤田かおり, 安部 淳子, 安部 一成, 竹治 励

要 旨

乳房温存術後の放射線治療は、仰臥位両上肢拳上で行うのが一般的であるが、乳房の形状や大きさは個人差が大きく、全乳房組織を照射野中に入れようとすると肺や心臓のような健全組織が大きく照射範囲に含まれてしまうことがある。そのような場合、通常通り仰臥位で照射を行おうとすると放射線性肺臓炎など副作用のリスクが増加することが予想される。我々は通常の体位（以下、仰臥位治療）では治療が難しい症例に対し、腹臥位による接線照射（以下、腹臥位治療）を試みた。仰臥位治療と腹臥位治療を比較検討すると、腹臥位治療ではホットスポットを生じることなく均一な線量分布が得られ、さらに肺の被ばくを減少させることができるため、有効な手段と考えられた。しかし腹臥位治療ではポジショニングエラーが大きいため、毎回位置照合機器を用いる位置確認が必須となり総治療時間が長くなる問題があった。また、寝台への移動や体勢保持の面で患者の身体的負担も大きいため、どのような症例を腹臥位治療の適応とするか今後も検討を続ける必要がある。

キーワード

乳がん, 放射線療法, 腹臥位

1. はじめに

乳がん患者の増加に伴い、乳房温存手術を受けられる患者が増加している。乳房温存手術後の放射線治療（以下、治療）は、一般的に仰臥位にて両上肢を拳上した体位で、接線照射を行う（Fig.1）。しかし、胸郭や乳房の形状、大きさは個人差が大きく、症例によっては照射範囲内に極端な線量不均一を生じることがあり、高線量域いわゆるホットスポットができ、これが皮膚炎など皮膚障害の原因となる恐れがある（Fig.2）。ま

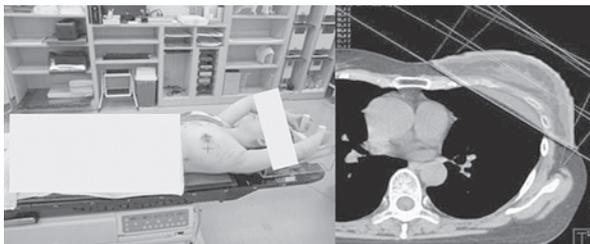


Fig.1 仰臥位での乳房放射線治療

た、心臓や肺が不要に多く照射範囲内に含まれると、虚血性心疾患や放射線性肺臓炎などの有害事象のリスクが上がることがある（Fig.3）。このような症例に対する対策の一つの手段として、腹臥位の体位によって治療を行う方法（以下、腹臥位治療）がある。腹臥位で治療を行うことによ

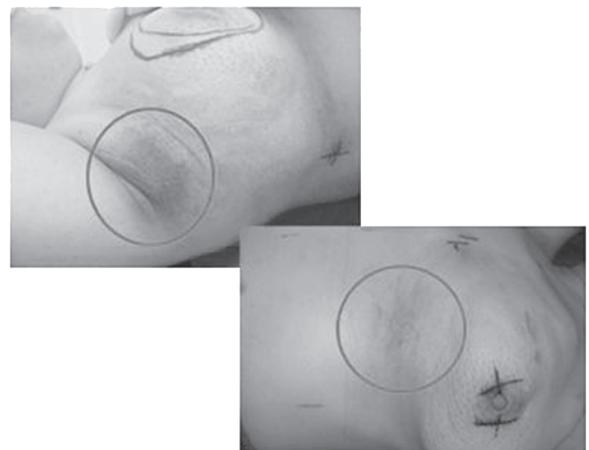


Fig.2 放射線皮膚炎

て乳房が下垂して胸壁から離れ、心臓や肺への照射が少なくなるメリットがある。腹臥位治療は体格の大きい欧米では多くの報告がなされている^{1) 2)}。

今回、我々は通常の仰臥位での治療（以下、仰臥位治療）が難しい症例に遭遇し、腹臥位治療を試みた。腹臥位治療の有用性及び問題点について検討したので報告する。

2. 方 法

2-1 対象

2017年5月～12月に、放射線治療医の診察時や放射線治療計画（以下、治療計画）時に、乳房が非常に大きい、または体型的に健常組織が照射範囲内に大きく含まれてしまう等の理由で、仰臥位での治療計画が不適当と判断され、腹臥位治療を行った7例（内訳：右乳房4例、左乳房3例、年齢：33～71歳、中央値：40歳）を対象とした。

2-2 固定方法

MRI（magnetic resonance imaging）用固定台を改造し、腹臥位固定を行った（Fig. 4, Fig. 5）。固定台作成においては、治療寝台（以下、寝台）に容易にセットアップができることや、顔当てや足置きに柔らかい材質を使用し、患者の負担が減ることを重視して作成した。また、固定台のみでcomputed tomography（以下、CT）撮影を行って線量吸収が少ないこと（CT値：-940HU（Hounsfield unit）程度）を確認した。穴の開いた部分に患側乳房を入れて体位固定し、患者はうつ伏せで両腕を挙上、顔は寝台の上で真下を向いた体勢で治療を行った。

2-3 検討項目

① ホットスポット

同一患者において、仰臥位と腹臥位の両方の体位で作成された治療計画より、ホットスポットの

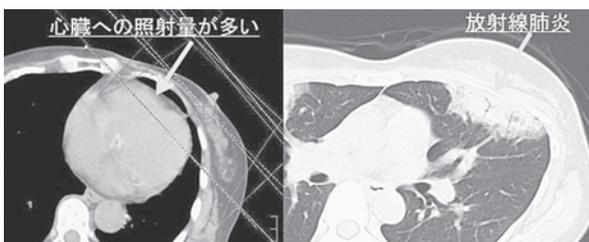


Fig. 3 様々な有害事象

有無を検討した。

② CLD（central lung distance）

CT画像より、照射範囲内に含まれる肺の深さ（central lung distance; 以下、CLD）を計測した。治療計画においてはこの深さが2.5cmを超えないように計画を行う³⁾。この指標を超えると、亜急性期の放射線性肺臓炎のリスク上昇が予想される。CLDの計測には治療計画装置PinnacleVersion 9.2（株式会社日立製作所社製）のLabel機能を用いた（Fig. 6）。

③ 総治療時間

患者が受付をしてから退室するまでの時間を記録した（Fig. 7）。受付から入室して更衣、寝台への移動やセットアップ、治療を終了して退出す

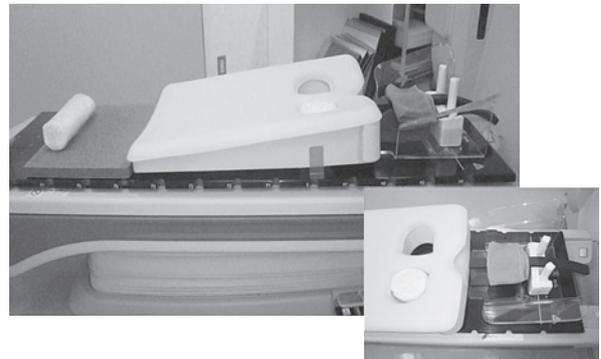


Fig. 4 腹臥位の固定台

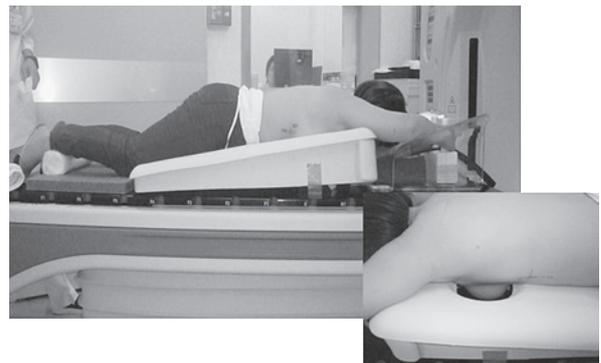


Fig. 5 固定台に患者をセットアップした様子

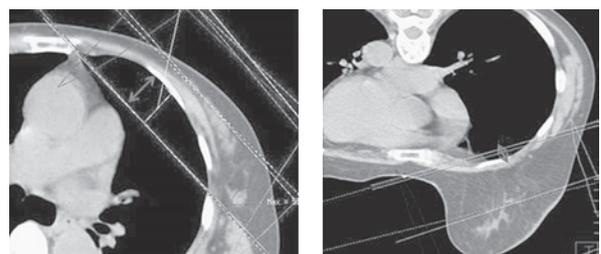


Fig. 6 仰臥位と腹臥位の central lung distance (CLD)

るまでの総合的な時間を総治療時間とした。

④ 再現性

当院の直線加速器 PRIMUS Mid-Energy M2-6745 (キヤノンメディカルシステムズ株式会社製) に付属されている electronic portal imaging device (以下, EPID) で毎回側面方向 (270 度) の撮影を行い, CT より再構成された digitally reconstructed radiography (以下, DRR) 画像と重ね合わせ, 移動量を計測した。その移動量は, 頭足方向と腹背方向で評価した (Fig.8)。

上記検討項目の内, ②と③については, 中央値を算出し, 仰臥位治療 (2018 年 1 月から 6 月までに仰臥位治療を行った患者群からランダムに算出した 20 例を対象とした) で算出された中央値との比較を行った。その値は, それぞれ CLD が 1.91cm, 総治療時間は 10 分であった。

3. 結 果

仰臥位と腹臥位の両方の体位を撮影し, 治療計画を作成した患者の線量分布を Fig.9 に示す。仰臥位では乳房の線量分布が不均一であり, 内側部皮膚近くにホットスポットを生じているのに対して, 腹臥位では, ホットスポットを生じることな

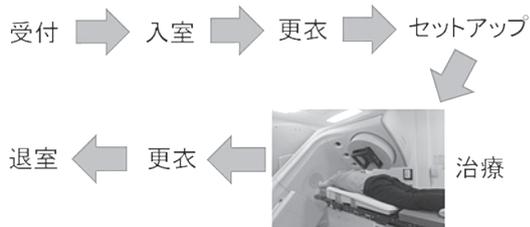


Fig. 7 総治療時間

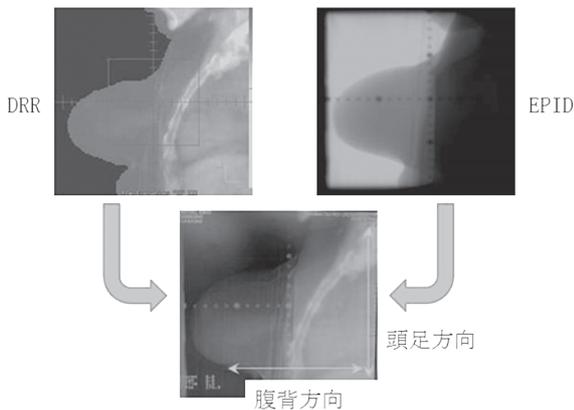


Fig. 8 DRR 画像と EPID 画像の比較

く均一な線量分布が得られている。さらに, 仰臥位に比べ肺の被ばくが少なくなっている。CLD の結果を Fig.10 に示す。患者 7 名の中央値は 0.28cm であった。仰臥位治療の 1.91cm と比較して, 腹臥位治療では CLD が大幅に減少していた。総治療時間の結果を Fig.11 に示す。総治療時間が仰臥位治療では 10 分だったのに対して, 腹臥位治療では 22 分となっており, 2 倍以上総治療時間が掛かっていた。再現性の結果を Fig.12 に示す。DRR 画像と EPID 画像を重ね合わせて計測した移動量は, 頭足方向: 2.2mm, 腹背方向: 2.1mm となった。最大値 (最も大きい移動量) は, 頭足方向: 14.0mm, 腹背方向: 13.0mm であった。

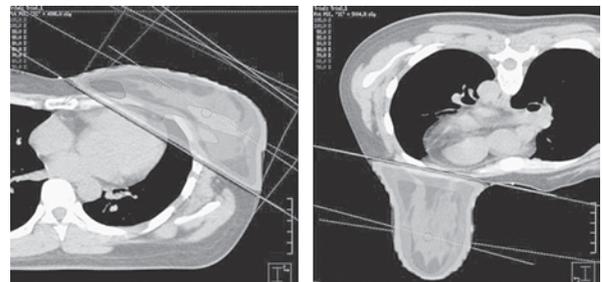


Fig. 9 仰臥位と腹臥位の線量分布

	CLD (cm)
患者①	1.21
患者②	0.00
患者③	0.70
患者④	0.00
患者⑤	0.28
患者⑥	0.28
患者⑦	0.83
中央値	0.28

Fig.10 CLD (central lung distance)

	総治療時間 (min)
患者①	17
患者②	24
患者③	20
患者④	22
患者⑤	19
患者⑥	23
患者⑦	22
中央値	22

Fig.11 総治療時間

	頭足方向 (mm)	腹背方向 (mm)
患者①	2.4	5.1
患者②	1.1	1.4
患者③	2.9	2.5
患者④	1.2	1.0
患者⑤	4.2	1.8
患者⑥	2.2	2.5
患者⑦	1.0	2.1
中央値	2.2	2.1
(最大値)	(14.0mm)	(13.0mm)

Fig.12 再現性

4. 考 察

腹臥位治療ではホットスポットを生じることなく均一な線量分布が得られ、治療を行う乳房の線量均等性が向上することができ、有用であると考えられた。治療期間中、有害事象共通用語規準 (Common Terminology Criteria for Adverse Events v4.0) における Grade 1 (発赤) や Grade 2 (中等度から高度の紅斑) の皮膚炎を起こした患者は存在したが、全体的には腹臥位治療と仰臥位治療で大差はみられず、腹臥位治療においては局所的に強い炎症を起こした患者はいなかった。

CLD は腹臥位治療では 0.28mm であり、仰臥位治療の 1.91mm と比較して大幅に減少していることから、腹臥位治療では肺の被ばくを減小できることが確認できた。今回の検討では、治療 1 ヶ月後の診察時には放射線性肺臓炎を発症した患者はいなかったが、放射線性肺臓炎の評価には治療後数ヶ月の経過観察が必要かと思われる。本稿では肺 (CLD) のみの検討であったが、左乳房が対象の場合、腹臥位治療により物理的に照射対象の乳房が体幹から離れ、心臓の線量減少となり、ひいては晩期障害の減少につながるとの報告がある⁴⁾。

腹臥位治療で総治療時間は 22 分が費やされており、仰臥位治療の 2 倍以上が掛けられていた。この理由として、腹臥位治療では仰臥位治療に比べて患者の寝台への移動及びセットアップに時間が掛かるためと考えられた。腹臥位治療は通常の仰臥位治療に比べて無理な姿勢を強いることになるため、患者の身体的、心理的負担が大きく、準備にも多大な労力を要し、マンパワー、マシンタイムの観点からも、全例に対してこれを採用する



Fig.13 固定台への昇降の様子

ことは現実的ではないとの報告がある⁵⁾。当院でも、高齢の患者で寝台に上がる際に上肢で上半身を支える動作が困難な方がおられた (Fig.13)。

再現性において腹臥位治療では、DRR 画像と EPID 画像の比較で頭足方向：14.0mm、腹背方向：13.0mm と 10.0mm を超える移動量が検出された。仰臥位治療の 1.0～3.0mm 程度の移動量と比べ、腹臥位治療ではポジショニングエラーが大きいと考えられ、当院では毎回 EPID で撮影を行い、移動量の確認を行うことを必須とされた。この点からは腹臥位治療は治療スタッフ (以下、スタッフ) の負担増であり、セットアップ時間の延長も考えられた。

治療計画には有用性が明らかであっても、患者の負担やスループット等を考え合わせると腹臥位治療を実施するのが難しい状況も存在する。今後は、どのような症例を腹臥位治療の適応とするのかスタッフで意見交換しながら、患者の体型だけでなく ADL (activities of daily living; 日常生活動作) も考慮した明確な基準作りに取り組む必要があると言える。

5. おわりに

線量均一性や副作用の問題から仰臥位治療が難しいと判断された症例に対して、腹臥位治療を試みた。仰臥位治療と比較して、腹臥位治療では有害事象を引き起こすホットスポットがなくなり、肺などの健常組織への線量が低減されていた。しかし、寝台への移動や体勢固定時の患者の負担が大きく位置再現性も悪いため、今後どのような症例を腹臥位治療の適応とするか検討する必要がある。

●文献

- 1) Merchant TE, McCormick B: Prone position breast irradiation. Int J Radiat Oncol Biol Phys 30 : 197-203, 1994.
- 2) Mahe Ma, Classe JM, Dravet F, et al: Preliminary results for prone-position breast irradiation. Int J Radiat Oncol Biol Phys 52 : 156-160, 2002.
- 3) 赤羽佳子, 高橋聡, 中村道子, 他 : Central Lung Distance (CLD) を考慮した乳房温存術後照射の検討. 臨床放射線 Vol.53 No.2 : 335-341, 2008.
- 4) 鐘ヶ江真弥, 小幡史郎, 松尾繁年, 他 : 乳房温存術後, 腹臥位固定具併用放射線治療の初期経験. 臨床放射線 Vol.57 No.9 : 1233-1236, 2012.
- 5) 加藤貴弘, 柳川繁雄, 島田秀樹, 他 : 腹臥位による乳房接線照射法の検討. 日本放射線腫瘍学会会誌 19 : 23-30, 2007.