

Impacto da *surface guided radiotherapy* no posicionamento do doente: revisão sistemática

Maria Pan¹, Samantha Ndembo¹, Marco Caetano²

1. Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa. Lisboa, Portugal.
2. Departamento das Ciências do Diagnóstico, Terapêutica e Saúde Pública, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa. Lisboa, Portugal. marco.caetano@estesl.ipl.pt

RESUMO: Introdução – *Surface guided radiotherapy* (SGRT) é uma técnica que utiliza tecnologia na deteção a 3D da superfície do doente e que auxilia o radioterapeuta no reposicionamento diário e na monitorização de movimentos intra e interfração do doente. É uma técnica não invasiva e sem recurso a radiação ionizante. **Objetivos** – Pretende-se estudar se a técnica SGRT poderá substituir o uso de marcações cutâneas e o uso de protocolos de imagens de verificação/*Image-guided radiation therapy* (IGRT), sem comprometer a reprodutibilidade do tratamento. **Método** – Efetuou-se uma revisão sistemática nas bases de dados Scopus e MEDLINE, onde foram analisados artigos publicados nos últimos cinco anos. Após a conjugação dos termos de pesquisa e de acordo com os critérios de inclusão e exclusão identificaram-se dez artigos, que foram incluídos na revisão. **Resultados/Discussão** – A técnica SGRT reduziu os desvios no posicionamento, comparativamente ao posicionamento com base em marcações cutâneas. Por outro lado, permite uma redução de dose resultante da verificação da IGRT devido à menor frequência da sua utilização, quando conjugado com SGRT. **Conclusão** – A SGRT mostrou-se viável ao garantir um posicionamento preciso quando comparada com o reposicionamento convencional baseado na conjugação de marcações cutâneas e *lasers*. Foi ainda possível verificar uma redução significativa dos erros intrafração e interfração. No entanto, ela não foi considerada suficientemente viável para substituir a IGRT na sua totalidade. A IGRT ainda tem um papel importante na confirmação do posicionamento anatómico e na monitorização do PTV e órgãos adjacentes.

Palavras-chave: Radioterapia; SGRT; IGRT; Marcações cutâneas; Reposicionamento.

Impact of SGRT on patient positioning: a systematic review

ABSTRACT: Introduction – *Surface guided radiotherapy* (SGRT) is a technique that uses technology in the 3D detection of the patient's surface, which helps the radiation therapists in the daily repositioning and monitoring of intra and interfraction movements of the patient. It is a non-invasive technique and does not use ionising radiation. **Objectives** – It is intended to study if the SGRT technique could replace the use of skin markers and the use of verification/*Image-guided radiation therapy* (IGRT) imaging protocols, without compromising the reproducibility of the treatment. **Methods** – A systematic review was performed in the Scopus and MEDLINE databases, where articles published in the last five years were analysed. After combining the search terms and according to the inclusion and exclusion criteria, ten articles were included in this review. **Results/Discussion** – The SGRT technique reduced positioning deviations compared to positioning based on skin markers. On the other hand, it allows a dose reduction resulting from IGRT verification, due to the lower frequency of its use, when combined with SGRT. **Conclusion** – SGRT proved to be feasible in ensuring accurate positioning when compared to conventional repositioning based on the conjugation of skin markers and lasers. A significant reduction in intrafraction and interfraction errors was also observed. However, it was not considered sufficiently feasible to replace IGRT to its full extent. IGRT still has an important role in confirming anatomical positioning and in monitoring PTV and adjacent organs.

Keywords: Radiotherapy; SGRT; IGRT; Skin marks; Repositioning.

Introdução

A radioterapia desempenha um papel importante no tratamento da doença oncológica, quer usada individualmente quer associada a outros métodos terapêuticos. Estudos relatam o impacto da radioterapia pelo facto de aumentar a probabilidade de controlo local e a taxa de sobrevivência global¹⁻².

Inicialmente a técnica pioneira em radioterapia foi a radioterapia convencional a duas dimensões (2D), onde o número de campos de tratamento eram limitados e o planeamento do tratamento era realizado em imagens 2D de kilovoltagem³. Com o avanço da tecnologia desenvolveram-se técnicas conformais, baseadas no planeamento por tomografia computadorizada (TC), como sejam a radioterapia conformacional tridimensional (3DCRT), *intensity modulated radiotherapy* (IMRT) e *volumetric modulated arc therapy* (VMAT)². Estas técnicas conformacionais permitem a administração da dose prescrita e, ao mesmo tempo, minimizar a dose nas estruturas adjacentes. Desta forma, foi possível reduzir as margens de segurança de forma gradual, de acordo com as técnicas de tratamento e obter maior controlo tumoral⁴.

É importante que o doente esteja corretamente posicionado para garantir a precisão da administração da dose no *planning target volume* (PTV). Contudo, reproduzir o posicionamento do doente em todas as sessões é desafiador, devido a fatores intrínsecos e extrínsecos. Estes movimentos causam erros ou incertezas que podem ser classificados em infração ou interfração⁵⁻⁶. No entanto, para além destes, existem outros erros comuns em radioterapia, como o cálculo incorreto dos desvios para o isocentro e erros no registo das instruções do posicionamento do doente, entre outros⁵⁻⁶.

Para minimizar as incertezas são utilizadas marcações cutâneas, que servem de referências externas para garantir a reprodutibilidade do posicionamento diário do doente⁷. São executadas periodicamente imagens de verificação, *image guided radiotherapy* (IGRT), com recurso a radiação X, de modo a aumentar a precisão do tratamento bem como a redução de erros aleatórios e sistemáticos. No caso de haver desvios acima do limite protocolado, o radioterapeuta deve proceder de acordo com o protocolo do serviço; por vezes, é necessário realizar novo procedimento para a verificação por imagem⁴.

A *surface guided radiotherapy* (SGRT) é uma técnica não invasiva que permite uma rápida verificação do posicionamento sem a necessidade de administrar radiação ionizante ao doente. A SGRT tem um sistema de câmaras de infravermelhos que permite uma monitorização *in vivo* do posicionamento da superfície corporal do doente e que permite a comparação com a imagem planeada de referência. Quando são detetadas variações na localização anatómica do doente são corrigidas no momento, sem a necessidade de expor o doente a radiação ionizante adicional. Além disso, permite monitorizar continuamente o doente ao longo do tratamento, interrompendo-o se houver alguma variação anatómica e apenas retomando o mesmo se o posicionamento for corrigido⁸⁻⁹. É uma técnica recente, mas já está implementada em vários serviços de radioterapia ao redor do mundo e

continua em evolução. Pode ser utilizada no posicionamento de várias patologias, sendo as mais comuns a mama e cabeça e pescoço⁴.

O presente artigo tem como objetivo estudar se o uso da SGRT poderá substituir tanto as marcações cutâneas como os protocolos de imagens de verificação com recurso a radiação X, sem comprometer a reprodutibilidade do tratamento.

Método

Foram incluídos, nesta revisão sistemática baseada na metodologia PRISMA, estudos que cumprissem os seguintes requisitos orientados pelo critério PICOS¹⁰: (i) Pacientes: doentes do género masculino e feminino com patologias tumorais atualmente incluídas num tratamento com SGRT; (ii) Intervenção: tratamento de radioterapia com auxílio da SGRT e IGRT; (iii) Comparação: comparação entre o uso da técnica SGRT e IGRT; (iv) Resultados: redução de erros de *setup* e diminuição de dose concomitante resultante de IGRT; (v) Design do estudo: *randomized controlled trials* e *cohort studies*.

As bases de dados MEDLINE e Scopus foram utilizadas na pesquisa de artigos publicados nos últimos cinco anos. Esta pesquisa foi realizada em inglês com os termos de pesquisa *radiotherapy* e IGRT. Na base de dados Scopus, a pesquisa foi efetuada no *advanced document search*, usando a combinação de termos *radiotherapy AND SGRT AND IGRT*, direcionada ao título, *abstract* e *keywords*. Da pesquisa resultou num total de 12 artigos, tendo sido posteriormente excluído um artigo devido ao seu ano de publicação (ano de 2012). Na MEDLINE, a conjugação de termos foi a mesma, realizada no *PubMed Advanced Search Builder*. Nesta base de dados a pesquisa foi direcionada a todos os campos de pesquisa. Obtiveram-se 17 artigos, tendo sido posteriormente excluído um artigo devido ao seu ano de publicação. Foram então identificados um total de 27 artigos. Destes, excluíram-se seis artigos duplicados.

Os restantes 21 artigos foram analisados para elegibilidade, através da análise do *abstract* e, posteriormente, do texto integral. Consideraram-se como critérios de inclusão: (i) artigos com amostras de doentes com patologias tumorais prescritos para tratamento com radioterapia; (ii) artigos que abordassem a técnica SGRT na prática clínica, com o objetivo de avaliar a sua precisão; (iii) artigos que comparassem as técnicas SGRT e IGRT; (iv) artigos que apresentassem a SGRT como agente ativo na redução dos erros de *setup*; (v) artigos do tipo *randomized controlled trials* e/ou *cohort studies*. Os critérios de exclusão foram: (i) artigos publicados antes de 30/abril/2016; (ii) artigos centrados apenas em técnicas de monitorização respiratória; (iii) artigos de revisão ou com ausência de informação original; (iv) artigos com amostras em fantasmas.

Após a análise dos artigos, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, foram excluídos 11 artigos. Quatro dos artigos foram excluídos por se tratarem de revisões bibliográficas; um artigo porque a população alvo não tinha indicação para o tratamento com radioterapia; um artigo por identificar amostras em fantasmas e cinco artigos porque a metodologia

e a conclusão do estudo não estavam de acordo com os objetivos da presente revisão.

Resultados/Discussão

Foram incluídos 10 artigos que corresponderam aos critérios de seletividade. Os artigos foram extraídos em formato

PDF para posterior avaliação sistemática e síntese qualitativa. A síntese destes artigos está esquematizada na Tabela 1.

Toda a informação detalhada da pesquisa e dos estudos selecionados são apresentados na Figura 1, de acordo com as *guidelines* PRISMA¹¹.

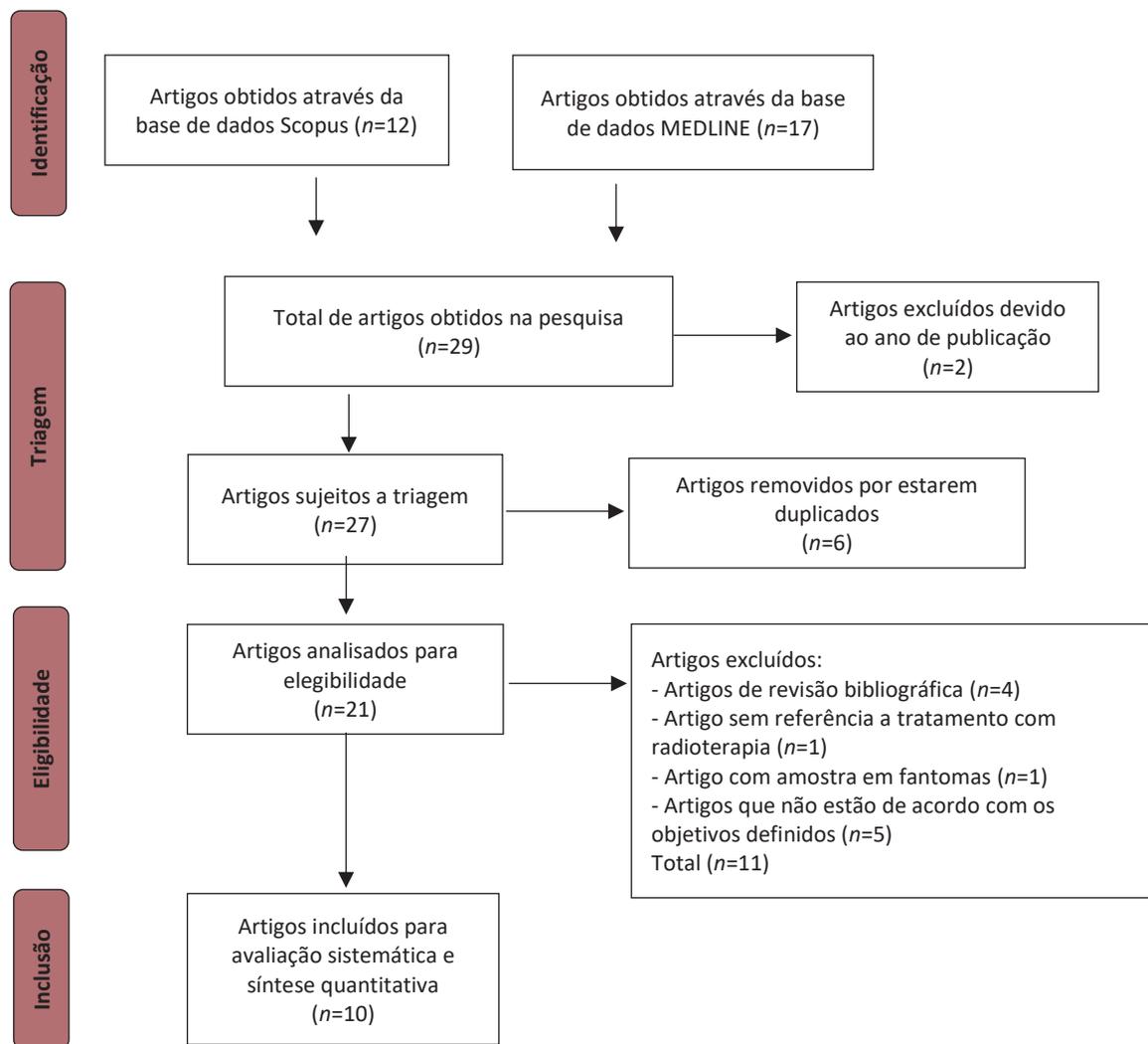


Figura 1. Processo de seleção de acordo com as *guidelines* do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA).

Dos 10 artigos incluídos para a revisão bibliográfica, a técnica SGRT é abordada em seis artigos na patologia da mama, dois artigos na patologia de cabeça e pescoço e dois artigos associados a patologias de localização torácica e abdominal.

Quanto à patologia da mama identificaram-se três artigos que realizaram a comparação entre o posicionamento com a técnica SGRT e o posicionamento baseado nas marcações cutâneas. Kügele *et al.*¹² e Hattel *et al.*¹³ avaliaram os dois

métodos de posicionamento com recurso a IGRT; no entanto, Hattel *et al.* apenas recorreram a imagens de verificação a 2D de kilovoltagem (kV). Estes estudos utilizaram uma amostra de 139 e 10 doentes, respetivamente, tendo estudado os erros intrafração¹³. Por sua vez, Rigley *et al.*, na comparação destes dois métodos de posicionamento, subdividiram-nos em grupos de doentes tratados com a técnica *deep inspiration breath hold* (DIBH) na mama esquerda e grupos de doentes com tratamento na mama direita sem DIBH¹⁴. Os resultados

de Kügele *et al.* mostraram uma melhoria significativa no posicionamento com SGRT ($p < 0,01$)¹². No estudo de Hattel *et al.*, as melhorias verificaram-se apenas nos eixos lateral e vertical, não tendo havido diferenças relevantes nos eixos longitudinal e rotacional. Quanto aos erros intrafração obteve-se uma média de 1,1mm¹³. Relativamente a Rigley *et al.*, os resultados evidenciam que houve uma melhoria significativa no posicionamento com SGRT na mama esquerda ($p < 0,001$), com um desvio médio da SGRT de 0,45cm e de 0,76cm para o posicionamento com as marcações cutâneas. Os desvios médios para a mama direita, por sua vez, não apresentaram grandes diferenças no posicionamento com SGRT e com marcações cutâneas, 0,47cm versus 0,52cm, respetivamente ($p < 0,04$)¹⁴. De acordo com os resultados dos três estudos, estes sugerem menor erro no reposicionamento do doente com o uso da técnica SGRT¹²⁻¹⁴. Hattel *et al.* referem que os valores dos erros intrafração mantiveram-se em torno do zero; no entanto, os erros residuais de posicionamento persistiram, não sendo pertinente substituir totalmente a IGRT¹³. Da mesma forma, Rigley *et al.*, apesar da melhoria da precisão do posicionamento com SGRT, indicam que ainda é necessário IGRT com recurso a *cone beam computer tomography* (CBCT) para obter informação anatómica interna. O estudo também conclui que o posicionamento com SGRT e sem marcações cutâneas, para além de ser seguro, reduz o impacto psicológico na ausência de tatuagens¹⁴. Por sua vez, Kügele *et al.* indicam que a SGRT fornece informação adicional da superfície corporal dos doentes, o que melhora a precisão do posicionamento, reduz o tempo total do mesmo e a dose associada à IGRT com imagem ortogonal 2D de kilovoltagem e megavoltagem, uma vez que possibilita a diminuição da quantidade de imagens de verificação adquiridas ao longo das sessões de tratamento¹².

Ainda na patologia da mama, o estudo de González-Sanchis *et al.* teve como objetivo determinar a correlação do *matching* da SGRT com a IGRT (ExacTrac), de forma a avaliar a reprodutibilidade do posicionamento da loca tumoral¹⁵. O estudo incluiu 252 doentes previamente submetidos a cirurgia conservadora da mama com a colocação de $\geq 4-5$ clips cirúrgicos. Os doentes foram inicialmente posicionados por intermédio das marcações cutâneas e posteriormente o posicionamento foi avaliado com a SGRT. A reprodutibilidade do posicionamento da SGRT foi avaliada pela IGRT, comparando a localização dos clips cirúrgicos do leito tumoral com a imagem de referência. Porém, também se investigou os erros intrafração através da comparação do *matching* da SGRT entre as sessões de tratamento. O estudo demonstrou que a SGRT contribuiu para um posicionamento preciso quando comparado com o alinhamento das marcações cutâneas. Quando se verificou um *matching* da SGRT de pelo menos 90% verificou-se que \geq três localizações dos clips cirúrgicos coincidiram com a imagem de referência em mais de 99% dos casos analisados. Asseguram que a SGRT permite reduzir a exposição a radiação proveniente da IGRT. Adicionalmente, devido à capacidade da técnica de detetar as variações de volume ao longo do tratamento, esta atesta uma melhor reprodutibilidade e segurança do posicionamento, permitindo a otimização das margens de tratamento¹⁵.

Ainda em patologia da mama, Laaksomaa *et al.*¹⁶ e Hui Zhao *et al.*¹⁷ analisaram a precisão e viabilidade da SGRT, respetivamente, comparando com as técnicas de IGRT com recurso a imagens 2D ortogonais kV ou megavoltagem (MV). Laaksomaa *et al.* utilizaram uma amostra de 50 doentes e fizeram a comparação de SGRT vs SGRT+IGRT diária¹⁶. Os doentes foram inicialmente posicionados com base nas marcações cutâneas, tendo sido realizada uma marcação cutânea adicional 20cm no sentido caudal, a partir da marcação cutânea anterior, para monitorização do eixo de rotação. Em seguida, este foi ajustado pela SGRT. Os resultados demonstraram que no posicionamento com apenas SGRT a precisão sistemática do isocentro está dentro dos 3mm. Adicionando a IGRT diária, este valor diminuiu para 2mm e permite reduzir os erros aleatórios. Apesar de a SGRT ter reduzido os erros de posicionamento em comparação com as marcações cutâneas, não foi registada uma melhoria relativamente ao eixo de rotação. O estudo conclui que a SGRT pode melhorar a reprodutibilidade do posicionamento e reduzir potencialmente o uso da IGRT. No entanto, IGRT diária ou semanal ainda deve ser necessária, de acordo com o caso clínico¹⁶.

Hui Zhao *et al.* analisaram 12 doentes com patologia mamária e compararam a SGRT com IGRT com o CBCT, de forma a avaliar os erros de posicionamento ao longo das sessões de tratamento e as variações de volume na cavidade cirúrgica desde a TC de planeamento até ao primeiro CBCT¹⁷. A amplitude das variações de volume foi de 1,7% a 53,7%, três doentes tiveram uma variação $>40\%$ e três doentes com variação $<10\%$. O estudo demonstrou que a SGRT é viável para doentes com pequenas variações de volume da cavidade cirúrgica ($<10\%$), pois os erros observados estão dentro do limite de 2,4mm. Com maiores variações de volume os erros aumentam para 11mm. O estudo salienta a necessidade de acautelar a aplicação da SGRT quando esta não é utilizada em combinação com a IGRT¹⁷.

Dois estudos abordam a patologia na localização torácica e abdominal com a técnica de tratamento *stereotactic body radiation therapy* (SBRT)¹⁸⁻¹⁹. Ambos analisam a precisão e a reprodutibilidade da SGRT, avaliadas através das imagens de verificação 2D kV e CBCT. Heinzerling *et al.*, com uma amostra de 71 doentes com 85 lesões torácicas ou abdominais, avaliaram a deteção dos erros inter e intrafração com SGRT¹⁸. Os doentes foram inicialmente posicionados segundo as marcações cutâneas e, em seguida, o posicionamento foi verificado por imagens 2D de kilovoltagem e CBCT. Num segundo momento, os doentes foram posicionados com SGRT e, subsequentemente, foi verificado pelo CBCT, avaliando-se os erros intrafração. A quantificação dos erros interfração foi feita através da comparação do posicionamento SGRT com as imagens 2D de kilovoltagem, não tendo sido observadas diferenças significativas ($p < 0,12$), exceto no eixo longitudinal. Em relação aos erros intrafração, após o posicionamento com a SGRT, esta foi posteriormente verificada com recurso a CBCT. Os resultados demonstraram que com SGRT houve uma redução da amplitude e da média dos desvios intrafração nas três direções translacionais; contudo, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p = 0,67$)¹⁸. Os autores concluem com os resultados que

a SGRT é um método efetivo no posicionamento do doente com a patologia em estudo, antes do tratamento de SBRT e é comparável ao uso de marcações cutâneas combinada com imagens de verificação 2D de kilovoltagem. Desta forma, o uso da SGRT, antes da verificação por CBCT, dispensa a utilização de imagens de verificação 2D de kilovoltagem, diminuindo a exposição à radiação. No entanto, em casos de doentes com índice de massa corporal >30, apenas o uso da SGRT não é fiável, sendo recomendado o uso de imagens de verificação 2D de kilovoltagem para diminuir os erros de posicionamento¹⁸.

No mesmo contexto, Leong *et al.* estudaram 63 pacientes divididos em dois grupos: 37 doentes posicionados com recurso a marcações cutâneas e 26 doentes posicionados com recurso a marcações cutâneas e SGRT¹⁹. Posteriormente ao posicionamento, todos os doentes realizaram sequencialmente imagens de verificação 2D de kilovoltagem e 3D de CBCT. Ao comparar as duas formas de posicionamento, os resultados demonstraram que o desvio máximo observado no grupo com SGRT foi menor comparativamente ao grupo sem SGRT, com desvios nas direções vertical, longitudinal e lateral de 2,41cm, 2,26cm e 1,42cm vs 3,31cm, 11,98cm e 5,21cm, respetivamente. Além disso, observou-se que a adição das imagens de verificação 2D de kilovoltagem ajudou na precisão do posicionamento em 50,9% no grupo sem SGRT e apenas 18,6% no grupo com SGRT. Visto que houve uma diferença significativa nos erros de posicionamento entre os grupos analisados ($p=0,05$), a SGRT foi considerada viável na substituição do posicionamento baseado nas marcações cutâneas. Por outro lado, em casos de doentes com a pele flácida, o posicionamento com marcações cutâneas é menos preciso, enquanto que a SGRT é uma alternativa fidedigna¹⁹.

Portanto, o estudo de Leong *et al.*¹⁹ vai ao encontro das conclusões do estudo de Heinzerling *et al.*¹⁸, no sentido da utilidade da SGRT em detrimento do uso das imagens de verificação 2D de kilovoltagem.

A investigação de Zhao *et al.* avaliou a precisão do posicionamento com SGRT, em conjunto com o uso de máscaras de três pontos com abertura facial, em 20 doentes da patologia de cabeça e pescoço²⁰. Após o posicionamento com SGRT, este foi verificado pelo CBCT de modo a calcular os erros intrafração; verificou-se que estes foram no geral <1mm. No entanto, observou-se um aumento nos valores dos desvios no eixo translacional e rotacional na última semana de tratamento. Uma das possíveis razões apresentada seria o impacto da perda de peso do doente >5kg, em média, durante o tratamento. Deste modo, apesar dos baixos valores dos erros intrafração, o uso exclusivo da SGRT não é suficiente para assegurar a reprodutibilidade do posicionamento diário, sendo necessário o uso de IGRT para confirmar o posicionamento²⁰.

Por sua vez, o estudo de Flores-Martinez *et al.* avaliou a precisão da SGRT no posicionamento na patologia de cabeça e pescoço e sistema nervoso central²¹. A precisão do posicionamento com SGRT foi estimada pela comparação dos CBCT com kV e MV com a TC de planeamento. Os autores estudaram a necessidade da utilização de IGRT com e sem SGRT, tendo-se avaliado retrospectivamente 272 frações de trata-

mento de 15 doentes. Demonstrou-se a necessidade do uso de IGRT na ausência de SGRT em 11,1% das frações; por outro lado, na presença de SGRT este valor reduziu para 5,5%. Em relação à precisão e segurança do posicionamento, o uso da SGRT permitiu uma redução significativa dos desvios rotacionais apenas no *pitch* ($p<0,001$) e *roll* ($p=0,045$). Não se observaram diferenças significativas no eixo de rotação ($p=0,632$). Registou-se também uma diminuição de 50% do número de frações que precisavam de correções no posicionamento e da aquisição de imagens de verificação adicionais. Os autores consideram que a SGRT garante uma maior exatidão na administração da dose em cada fração de tratamento²¹.

A comparação entre o posicionamento com SGRT e o posicionamento com base nas marcações cutâneas foi abordado, de forma direta ou indireta, em seis estudos. Em todos, os resultados demonstram que houve uma diminuição dos erros de reposicionamento, tendo a SGRT reduzido os erros intrafração e interfração^{13,15-16,18-20}.

Ao longo da realização da presente investigação identificaram-se algumas limitações. A principal foi o facto de não focalizar o estudo numa patologia específica. Uma vez que cada patologia possui as suas variantes e um posicionamento específico, não foi possível realizar uma análise concreta e justa do posicionamento com SGRT, embora os estudos analisados apresentassem resultados favoráveis.

Dos artigos incluídos, mais de metade – seis artigos – aborda a patologia da mama: Kügele *et al.*¹², Hattel *et al.*¹³, Rigley *et al.*¹⁴, Sanchis *et al.*¹⁵, Laaksomaa *et al.*¹⁶ e Hui Zhao *et al.*¹⁷. Noutras patologias existem poucos estudos que avaliem o posicionamento com SGRT. Além disso, as amostras dos estudos são reduzidas.

Conclusão

A SGRT mostrou-se viável ao garantir um posicionamento com maior precisão quando comparado com o posicionamento convencional, baseado na conjugação de marcações cutâneas e *lasers*, apoiado pelos resultados obtidos em todos os estudos analisados, que indicam uma redução significativa dos erros intrafração e interfração com o uso da técnica SGRT. O estudo de Kügele *et al.*¹² sugere que, por se tratar de uma técnica que considera os pontos de referência na superfície corporal aquando do posicionamento, torna-se ainda necessária a seleção da SGRT em casos de doentes com a pele flácida, onde as marcações cutâneas não são capazes de assegurar um posicionamento preciso. Assim, a SGRT está apta para substituir as marcações cutâneas, o que pode vir a diminuir também o impacto psicológico nos doentes, conforme afirmam Rigley *et al.*¹⁴ e Leong *et al.*¹⁹.

A IGRT tem um papel importante na confirmação do posicionamento e permite a obtenção da informação da anatomia interna dos doentes. No entanto, embora os estudos de Rigley *et al.*¹⁴, Laaksomaa *et al.*¹⁶, Zhao *et al.*¹⁷, Heinzerling *et al.*¹⁸ e Zhao *et al.*²⁰ afirmem que a SGRT, para além de melhorar a reprodutibilidade do posicionamento, tem o potencial de reduzir significativamente o uso da IGRT e, assim, diminuir a exposição à radiação ionizante, não a consideram suficientemente viável para substituir integralmente a IGRT. Heinzerling

Tabela 1. Síntese dos artigos incluídos na revisão sistemática

Autor, ano de publicação, origem	Tipo de estudo	Objetivo	Amostra	Método	Resultados
González-Sanchis <i>et al.</i> (2021) ⁵ Espanha	Randomizado	Avaliar o papel da SGRT na patologia de mama	252 doentes	Avaliação do posicionamento da SGRT com IGRT	SGRT apresentou maior precisão no posicionamento do que as marcações cutâneas
Rigley <i>et al.</i> (2020) ¹⁴ Inglaterra	Randomizado	Comparar o posicionamento convencional com a SGRT na patologia da mama	43 doentes	Avaliação de dois métodos de posicionamento através de IGRT	Melhoria significativa no posicionamento com SGRT
Heinzerling <i>et al.</i> (2020) ¹⁸ EUA	Randomizado	Analisar a precisão da SGRT na deteção de erros inter e intrafração durante	71 doentes	Análise da precisão da SGRT comparada com IGRT	Erros interfração menores em todas as direções não apresentam diferenças significativas nos erros intrafração
Laaksonen <i>et al.</i> (2019) ¹⁶ Finlândia	Randomizado	Análise da precisão e viabilidade da SGRT	50 doentes	Comparação da SGRT vs SGRT+IGRT	Erros sistemáticos menores com SGRT+IGRT em comparação com SGRT
Kügle <i>et al.</i> (2019) ¹² Suécia	Randomizado	Investigar se a SGRT pode diminuir os desvios no posicionamento em comparação com o posicionamento convencional	136 doentes	Avaliação de dois métodos de posicionamento através de IGRT	SGRT diminuiu significativamente os desvios no posicionamento em comparação com o posicionamento convencional
Hattel <i>et al.</i> (2019) ¹³ Dinamarca	Randomizado	Investigar as incertezas no posicionamento e erros interfração com SGRT na patologia mamária	10 doentes	Avaliação de dois métodos de posicionamento através de imagem de verificação 2D de kilovoltagem	Melhoria no posicionamento com SGRT, mas identifica-se incerteza na substituição total da IGRT
Zhao <i>et al.</i> (2019) ¹⁷ EUA	Randomizado	Análise da precisão e viabilidade da SGRT	12 doentes	Comparação da SGRT com CBCT na avaliação da variação de volume	SGRT é viável em doentes com pequenas variações de volume na cavidade cirúrgica
Flores-Martinez <i>et al.</i> (2019) ²¹ EUA	Randomizado	Avaliação da precisão da SGRT no posicionamento	15 doentes	Avaliação da SGRT com CBCT por kilovoltagem e megavoltagem	SGRT permitiu uma diminuição da repetição de imagens de verificação e melhorou a precisão do posicionamento
Zhao <i>et al.</i> (2018) ²⁰ EUA	Randomizado	Investigar a viabilidade e precisão da SGRT no uso de máscara de 3 pontos com abertura facial	28 doentes	Doentes posicionados com SGRT e verificados com CBCT	Confirmada a viabilidade do uso de máscaras de 3 pontos de fixação com abertura facial quando em conjunto com SGRT em patologia de cabeça e pescoço
Leong <i>et al.</i> (2019) ¹⁹ EUA	Randomizado	Avaliar a efetividade da SGRT na pré-imagem na técnica de SBRT	63 doentes	Comparação entre o posicionamento com marcações cutâneas vs marcações cutâneas + SGRT	SGRT melhorou o posicionamento em comparação com o posicionamento convencional; diminuição da necessidade de imagens 2D de kilovoltagem antes do CBCT

et al. mencionam que apenas o uso da SGRT em doentes com índice de massa corporal >30 não é fiável, sendo necessário confirmar o posicionamento com IGRT¹⁹. A SGRT também não se mostrou completamente segura quanto a variações de volume no estudo de Zhao *et al.*¹⁷, nem nas variações de peso em Zhao *et al.*²⁰. Além disso, estes últimos autores salientam que a IGRT é necessária para confirmar o posicionamento realizado pela SGRT e para monitorizar a localização do PTV e dos órgãos adjacentes^{17,20}. Estas limitações demonstram a importância do papel da IGRT e a impraticabilidade da sua total substituição. Como investigação futura, seria pertinente analisar a reprodutibilidade e a precisão do uso da técnica SGRT numa maior variedade de patologias com maior relevância em lesões superficiais.

Contributo dos autores. Conceptualização, MC; metodologia, MP, SN e MC; análise de dados, MP e SN; investigação, MP e SN; redação do draft original, MP e SN; revisão e validação do texto final, MP, SN e MC; supervisão, MC.

Referências bibliográficas

1. Baskar R, Lee KA, Yeo R, Yeoh KW. Cancer and radiation therapy: current advances and future directions. *Int J Med Sci.* 2012;9(3):193-9.
2. Yang TJ, Ho AY. Radiation therapy in the management of breast cancer. *Surg Clin North Am.* 2013;93(2):455-71.
3. Oh CE, Antes K, Darby M, Song S, Starkschall G. Comparison of 2D conventional, 3D conformal, and intensity-modulated treatment planning techniques for patients with prostate cancer with regard to target-dose homogeneity and dose to critical, uninvolved structures. *Med Dosim.* 1999;24(4):255-63.
4. Hoisak JD, Paxton AB, Waghorn BJ, Pawlicki T. *Surface guided radiation therapy.* CRC Press; 2021. ISBN 9781032173757.
5. Hoisak JD, Pawlicki T. The role of optical surface imaging systems in radiation therapy. *Semin Radiat Oncol.* 2018;28(3):185-93.
6. Van Herk M. Errors and margins in radiotherapy. *Semin Radiat Oncol.* 2004;14(1):52-64.
7. Guo W, Müller-Polyzou R, Chen Z, Meier N, Georgiadis A. Patient positioning in radiotherapy. In: 2020 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA), Bari, Italy. p. 1-6.
8. Freislederer P, Kügele M, Öllers M, Swinnen A, Sauer TO, Bert C, et al. Recent advanced in surface guided radiation therapy. *Radiat Oncol.* 2020;15(1):187.
9. Batista V, Meyer J, Kügele M, Al-Hallaq H. Clinical paradigms and challenges in surface guided radiation therapy: Where do we go from here? *Radiat Oncol.* 2020;15(3):34-42.
10. Brown D. A review of the PubMed PICO tool: using evidence-based practice in health education. *Health Promot Pract.* 2020;21(4):496-8.
11. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000100.
12. Kügele M, Mannerberg A, Bekke SN, Alkner S, Berg L, Mahmood F, et al. Surface guided radiotherapy (SGRT) improves breast cancer patient setup accuracy. *J Appl Clin Med Phys.* 2019;20(9):61-8.
13. Hattel SH, Andersen PA, Wahlstedt IH, Damkjær S, Saini A, Thomsen JB. Evaluation of setup and intrafraction motion for surface guided whole-breast cancer radiotherapy. *J Appl Clin Med Phys.* 2019;20(6):39-44.
14. Rigley J, Robertson P, Scattergood L. Radiotherapy without tattoos: could this work? *Radiography.* 2020;26(4):288-93.
15. González-Sanchis A, Brualla-González L, Fuster-Diana C, Gordo-Partearroyo JC, Piñero-Vidal T, García-Hernandez T, et al. Surface-guided radiation therapy for breast cancer: more precise positioning. *Clin Transl Oncol.* 2021;23(10):2120-6.
16. Laaksomaa M, Sarudis S, Rossi M, Lehtonen T, Pehkonen J, Remes J, et al. AlignRT® and Catalyst™ in whole-breast radiotherapy with DIBH: is IGRT still needed? *J Appl Clin Med Phys.* 2019;20(3):97-104.
17. Zhao H, Williams N, Poppe M, Sarkar V, Wang B, Rassiah-Szegedi P, et al. Comparison of surface guidance and target matching for image-guided accelerated partial breast irradiation (APBI). *Med Phys.* 2019;46(11):4717-24.
18. Heinzerling JH, Hampton CJ, Robinson M, Bright M, Moeller BJ, Ruiz J, et al. Use of surface-guided radiation therapy in combination with IGRT for setup and intrafraction motion monitoring during stereotactic body radiation therapy treatments of the lung and abdomen. *J Appl Clin Med Phys.* 2020;21(5):48-55.
19. Leong B, Padilla L. Impact of use of optical surface imaging on initial patient setup for stereotactic body radiotherapy treatments. *J Appl Clin Med Phys.* 2019;20(12):149-58.
20. Zhao B, Maquilan G, Jiang S, Schwartz DL. Minimal mask immobilization with optical surface guidance for head and neck radiotherapy. *J Appl Clin Med Phys.* 2018;19(1):17-24.
21. Flores-Martinez E, Cerviño LI, Pawlicki T, Kim GY. Assessment of the use of different imaging and delivery techniques for cranial treatments on the Halcyon linac. *J Appl Clin Med Phys.* 2020;21(1):53-61.

Conflito de interesses

Os autores declaram não possuir quaisquer conflitos de interesse.

Artigo recebido em 14.12.2021 e aprovado em 22.02.2023