

RUOLO DELLA FOTOBIMODULAZIONE NELLA PREVENZIONE DELLA RADIODERMITE: REVISIONE DELLA LETTERATURA

Layal Barjoud, Rossella Cavicchiolo, Thomas Zilli, Letizia Deantonio

Ricevuto: 2 luglio 2025,
revisionato: 22 agosto 2025,
accettato: 29 agosto 2025

© The Author(s) 2025

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution–NonCommercial–NoDerivatives License.

ISSN print: 1421-1009
ISSN online: 3042-6138

DOIs: 10.63648/kvdgkn23

Riassunto

La dermatite attinica è un effetto comune della radioterapia a fasci esterni e in particolare le pazienti con neoplasia mammaria possono sviluppare durante il trattamento una dermatite di grado lieve-intermedio, che può determinare disagio e alterazione della qualità di vita durante le cure. Ad oggi non vi è un trattamento standard nella prevenzione di questo effetto avverso. Questa revisione di letteratura esamina le evidenze sull'uso della fotobiomodulazione (PBM) per prevenire la dermatite attinica nelle pazienti con neoplasia mammaria. È stata posta particolare enfasi sui meccanismi d'azione, protocolli di trattamento e integrazione nella pratica clinica. Si tratta di un trattamento non invasivo ed indolore che utilizza radiazioni a bassa intensità, prevalentemente nella gamma della luce rossa (600–700 nm) e dell'infrarosso (700–1100 nm). Il trattamento viene solitamente somministrato una o due volte a settimana durante il corso della radioterapia. Diversi studi hanno

dimostrato che la PBM è in grado di ridurre significativamente l'incidenza delle dermatiti attiniche di grado ≥ 2 nei pazienti sottoposti a radioterapia, con elevata tollerabilità e assenza di effetti collaterali. Ad oggi, la PBM rappresenta una delle poche strategie preventivamente raccomandate dalle linee guida internazionali per la gestione della dermatite da radiazioni.

La PBM si configura come un'opzione sicura ed efficace per la prevenzione della radiodermatite nei pazienti sottoposti a radioterapia per carcinoma mammario. Tuttavia, sono necessari ulteriori studi per definire protocolli standardizzati di trattamento e per valutare l'efficacia in altri distretti corporei.

Introduzione

La dermatite indotta da radiazioni è un effetto avverso cutaneo della radioterapia (RT) e rappresenta una delle tossicità acute più comuni associate alla RT a fasci esterni, in particolare nelle/pazienti sottoposti a trattamento per tumori della mammella, della testa e del collo, e della pelvi, dove i fasci di irradiazione coinvolgono direttamente la cute. Fino al 95% dei pazienti sottoposti a RT può sviluppare radiodermatite di grado variabile, da eritema lieve e ipotrofia cutanea fino a forme più severe come desquamazione umida e ulcerazione [1].

La radiodermatite acuta può causare dolore, fastidio, prurito fino ad alterare la qualità della vita e, in alcuni casi, richiedere modifiche al programma terapeutico [2].

Nel trattamento del carcinoma mammario, dove la RT è una componente fondamentale della terapia conservativa, la dermatite attinica rappresenta una sfida frequente. Nonostante i progressi nelle tecniche di pianificazione e somministrazione della dose (es. radioterapia a intensità modulata, ipofrazionamento), la pelle rimane vulnerabile alle reazioni infiammatorie dose-dipendenti. Le pazienti con macromastia sono a rischio maggiore di

sviluppare tale tossicità [3].

Sebbene siano stati testati numerosi interventi preventivi e terapeutici, inclusi corticosteroidi topici, dispositivi di barriera, emollienti, od oli naturali, non vi è oggi un trattamento considerato standard. La maggior parte dei trattamenti disponibili offre un beneficio limitato nella capacità di ridurre la gravità o la durata della radiodermatite [4]. Negli ultimi anni, l'interesse clinico si è spostato verso interventi non invasivi che promuovono la rigenerazione cutanea a livello cellulare.

In questo contesto, la fotobiomodulazione (PBM), nota anche come terapia laser a bassa intensità, ha mostrato risultati promettenti. La PBM utilizza luce fino allo spettro degli infrarossi a bassa intensità per stimolare la guarigione cellulare, modulare l'infiammazione e migliorare il flusso sanguigno locale [5].

La PBM è stata studiata in numerosi contesti oncologici come nella gestione della mucosite orale, radiodermatite, xerostomia e linfedema. Gli studi hanno coinvolto diversi tipi di tumore, inclusi mammella, distretto cervico-facciale, pelvi e neoplasie ematologiche [6–9]. Le ricerche cliniche confermano un ottimo profilo di sicurezza, anche se è necessaria una continua sorveglianza. Questo in particolare poiché la maggior parte degli studi non ha previsto periodi di follow-up al termine del trattamento per valutare la sicurezza e gli esiti a lungo termine della fotobiomodulazione. Dati *in vitro*, in vivo e ricerche cliniche hanno dimostrato sicura ed efficace la fotobiomodulazione nella gestione degli effetti collaterali associati alle terapie contro il cancro. Inoltre non si sono trovate evidenze per cui la fotobiomodulazione possa indurre displasia nelle cellule sane, proliferazione delle cellule tumorali o rischio di recidive neoplastiche o nuovi tumori [7,10].

La presente revisione della letteratura offre una sintesi delle evidenze cliniche attualmente disponibili sull'impie-

go della PBM nella prevenzione della radiodermatite, con particolare attenzione alle pazienti sottoposte a radioterapia per carcinoma mammario. Il lavoro si apre con una panoramica sulla fisiopatologia della radiodermatite, per poi esaminare le strategie di gestione attualmente adottate, i meccanismi d'azione della PBM e, infine, i risultati dei più recenti studi clinici che ne supportano l'utilizzo in ambito senologico.

Fisiopatologia della radiodermite

La radiodermatite è una tossicità frequente della RT, in particolare nelle aree in cui la cute è esposta a dosi elevate di radiazioni ionizzanti. Si distingue in due categorie in base al momento della comparsa: acuta e cronica. La tossicità acuta può manifestarsi entro poche ore dall'irradiazione evolve durante il trattamento e si risolvono entro i 3 mesi successivi. Le tossicità croniche si definiscono come gli eventi che si manifestano dopo 3 mesi dalla conclusione della radioterapia.

Il danno attinico cutaneo deriva da interazioni complesse tra lesioni cellulari dirette e risposta infiammatoria dell'ospite. La patogenesi è multifattoriale determinando un danno alle cellule basali dell'epidermide, disfunzione microvascolare, rilascio di citochine infiammatorie e compromissione dei processi di rigenerazione cutanea [2]. Le radiazioni danneggiano lo strato basale dell'epidermide, dove i cheratinociti garantiscono il continuo rinnovamento della pelle. La perdita di queste cellule compromette la capacità della cute di rigenerarsi e di mantenere la propria funzione barriera [2, 15].

In parallelo, le radiazioni colpiscono anche il microcircolo cutaneo, causando perdita capillare, eritema ed edema [11]. L'infiammazione persistente può infine condurre a cambiamenti cronici come fibrosi, atrofia e teleangectasie [12].

Dal punto di vista clinico, la radiodermatite evolve in fasi ben definite: si osservano inizialmente eritema lieve,

poi desquamazione secca o umida, e nei casi più gravi, ulcerazioni. Queste manifestazioni vengono comunemente classificate tramite il Common Terminology Criteria for Adverse Events (CTCAE) o le scale Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) [13].

Diversi fattori influenzano la gravità della radiodermatite. Tra quelli legati al paziente si includono macromastia, obesità, diabete, e fumo [3,14]. Tra i fattori legati al trattamento figurano dose totale, frazionamento, energia del fascio e tecnica impiegata.

Comprendere i meccanismi biologici della radiodermatite è essenziale per sviluppare interventi efficaci. Mentre i trattamenti convenzionali si concentrano sul sollievo sintomatico, terapie innovative come la PBM mirano a intervenire attivamente sull'infiammazione, promuovere la rigenerazione tissutale e ripristinare la funzione vascolare a livello cellulare.

Standard attuale di trattamento per la dermatite da radiazioni

Nonostante decenni di esperienza clinica, la gestione della radiodermatite rimane prevalentemente di tipo sintomatico e di supporto, senza uno standard universalmente accettato per la prevenzione o il trattamento. La distinzione tra "prevenzione" e "trattamento" della radiodermatite risiede nel momento in cui l'intervento viene somministrato: prima oppure dopo la comparsa dei segni clinici.

L'obiettivo primario delle strategie preventive è ritardare l'insorgenza e ridurre la gravità della radiodermatite durante il trattamento radioterapico. Le misure comuni comprendono: igiene cutanea delicata (utilizzo di acqua tiepida e saponi neutri), evitare indumenti stretti, e l'uso di creme idratanti o dispositivi di barriera (medicazioni in film) per mantenere l'integrità e l'idratazione della cute.

Nel 2023, la Multinational Association of Supportive Care in Cancer (MASCC) ha pubblicato linee guida cliniche per

la prevenzione e la gestione della radiodermatite. Le raccomandazioni sono state formulate solo per gli interventi che hanno raggiunto un consenso di almeno il 75% tra gli esperti [4]. Tra le numerose opzioni valutate, le sei misure preventive approvate, classificate secondo il grado di consenso, sono: betametasona, mometasone, Hydrofilm, olio d'oliva, Mepitel film, e PBM. Solo una medicazione—Mepilex® Lite (Mölnlycke®)—è stata raccomandata per il trattamento, grazie a una base di evidenza più solida. La maggior parte degli altri interventi non è stata approvata a causa di evidenze deboli o contrastanti, sottolineando la necessità di ulteriori ricerche [4].

Nel complesso il livello di raccomandazione di tali trattamenti resta basato sull'opinione di esperti, pertanto ulteriore evidenza scientifica è indispensabile.

Una volta che la radiodermatite si manifesta, in particolare nelle forme moderate o severe (grado 2–3), la gestione si concentra sul controllo dei sintomi e sulla guarigione cutanea. Una recente meta-analisi pubblicata nel 2024 non ha rilevato differenze statisticamente significative tra i vari interventi nel controllo di sintomi come bruciore o prurito. Tuttavia, PBM e film Mepitel hanno ottenuto i punteggi più alti nella prevenzione delle reazioni cutanee gravi e nel miglioramento degli esiti riferiti dai pazienti [11].

Lacune nella pratica clinica attuale

Una limitazione importante nella gestione della radiodermatite è rappresentata dal fatto che la maggior parte degli interventi miri ad alleviare i sintomi piuttosto che modulare i meccanismi fisiopatologici sottostanti, come l'infiammazione, il ritardo nella rigenerazione dei cheratinociti o il danno microvascolare.

Questa criticità ha portato a un crescente interesse verso trattamenti non invasivi, come la PBM, che offrono un approccio proattivo e mirato meccani-

cisticamente per prevenire o attenuare la gravità della radiodermatite, potenziando la resistenza cutanea e accelerando la riparazione tissutale.

Meccanismi della fotobiomodulazione

La PBM, precedentemente nota come terapia laser a bassa energia (LLLT), è una terapia non invasiva che consiste nell'applicazione di sorgenti luminose a bassa potenza appartenenti allo spettro della luce visibile e dell'infrarosso (Figura 1). Si basa sull'utilizzo di radiazione monocromatica, non ionizzante e atermica, e prevede la conversione dell'energia luminosa in energia metabolica al fine di modulare i processi biologici delle cellule bersaglio.

L'azione terapeutica della PBM inizia con l'assorbimento dei fotoni da parte dei cromofori intracellulari, in particolare il citocromo c ossidasi (CcO) della catena respiratoria mitocondriale. Questo processo attiva una cascata di risposte cellulari, tra cui:

- Aumento della produzione di adenosina trifosfato (ATPs), che fornisce energia ai processi di riparazione cellulare
- Modulazione delle specie reattive



Figura 1 Esempio di dispositivo per fotobiomodulazione ATP38®

dell'ossigeno (ROS), riducendo lo stress ossidativo

- Downregulation dei segnali pro-infiammatori, attenuando la risposta infiammatoria
- Stimolazione della proliferazione e migrazione cellulare, fondamentali per la rigenerazione tissutale
- Aumento dell'angiogenesi e della microcircolazione, migliorando l'apporto di ossigeno e nutrienti ai tessuti danneggiati [12, 13]

Nel complesso, questi effetti forniscono un razionale biologico per l'uso della PBM nella rigenerazione cutanea, soprattutto in seguito a danni da radiazioni, dove la perdita delle cellule basali, l'infiammazione e il danno vascolare rappresentano elementi chiave della patogenesi.

L'efficacia clinica della PBM dipende da diversi parametri tecnici, tra cui:

- **Lunghezza d'onda:** generalmente nel rosso (630–680 nm) o nell'infrarosso (800–905 nm)
- **Fluenza (dose):** comunemente tra 1–6 J/cm² per tessuti superficiali come la pelle
- **Densità di potenza e tempo di esposizione**
- **Frequenza di applicazione:** in genere 2–3 sessioni a settimana, con inizio precoce durante il trattamento radioterapico

Per migliorare la riproducibilità dei risultati clinici, la World Association for Photobiomodulation Therapy (WALT) e altri gruppi di esperti hanno sottolineato la necessità di adottare protocolli standardizzati per il trattamento [20].

Fotobiomodulazione per la radiodermite indotta da radiazioni nel tumore al seno

Numerosi studi randomizzati controllati (RCT) hanno valutato l'efficacia della PBM nella prevenzione della radiodermatite nelle pazienti affette da carcinoma mammario. Questi studi presentano parametri di trattamento

simili, utilizzando lunghezze d'onda nel vicino infrarosso (808–905 nm), energia di circa 4 J/cm², e un regime profilattico di 1–2 sessioni a settimana durante il ciclo di radioterapia.

I seguenti studi clinici offrono evidenze coerenti a favore dell'utilizzo della PBM (Tabella 1):

- **Studio TRANSDERMIS (n = 120):** questo RCT in doppio cieco ha valutato la PBM in pazienti sottoposte a radioterapia adiuvante con frazionamento convenzionale (2Gy/die) dopo quadrantectomia. La PBM è stata eseguita due volte a settimana fin dalla prima seduta di RT. Al termine del trattamento, una radiodermite di grado ≥ 2 si è verificata nel 6.7% delle pazienti trattate con PBM contro il 30% nel gruppo di controllo ($p = 0.004$). Il follow-up a lungo termine (mediana di 66 mesi) non ha mostrato differenze significative nella sopravvivenza libera da malattia o globale, confermando la sicurezza oncologica della PBM [16,8].
- **Studio LABRA (n = 71):** uno studio multicentrico randomizzato condotto su pazienti sottoposte a radioterapia ipofrazionata (>2.5Gy/die) della mammella. La PBM è stata eseguita due volte a settimana per tutta la durata del trattamento per 10 sedute totali. La PBM ha ridotto l'incidenza di radiodermite di grado 2–3 del 18% tra le pazienti nel gruppo di controllo e quelle nel gruppo PBM. Sebbene la differenza non fosse statisticamente significativa ($p = 0.053$), la tendenza osservata e la buona tollerabilità suggeriscono un beneficio preventivo [17].
- **Studio DERMIS (n = 79):** studio pilota che ha applicato la PBM nelle fasi finali della radioterapia. Solo il 3% delle pazienti trattate con PBM ha sviluppato una radiodermite di grado 2, rispetto al 29% nel gruppo di controllo ($p < 0.005$) [18].
- **Strouthos et al. (n = 70):** studio prospettico con gruppo di controllo

Studio	Disegno e popolazione	Protocollo PBM	Risultati principali	Risultati secondari
TRANSDERMIS Robijns J et al. 2018	RCT monocentrico n = 120	808–905 nm, 4 J/cm ² , 2x/settimana a partire dal primo giorno di RT	Dermatite grado ≥2 RTOG: 6,7% nel gruppo PBM vs. 30% nel gruppo controllo (p = 0.004);	Miglioramento della qualità di vita nel gruppo sottoposto a PBM
LABRA Robijns J et al. 2022	RCT multicentrico, n = 71	808–905 nm, 4 J/cm ² , 2x/settimana dal primo giorno di RT	radiodermatite grado ≥2 RTOG: 10% nel gruppo PBM vs. 28% nel gruppo controllo (p = 0.053)	Non riportati
DERMIS Censabella S et al. 2016	Studio prospettico 2 coorti successive, n = 79	808–905 nm, 4 J/cm ² , 2x/settimana a partire dalla 20 ^a frazione di RT	radiodermatite grado ≥2 RTOG: 3% nel gruppo PBM vs. 29% nel controllo (p < 0.005)	Nessuna differenza in qualità di vita
Strouthos et al. 2017	Studio prospettico con gruppi abbinati, n = 70	PBM-LED, 44.6mW/cm ² , 0.15 J/cm ² 2x/settimana a partire dal primo giorno di RTo	radiodermatite grado ≥2 CTCAE: 12% nel gruppo PBM vs. 44% nel controllo; (p = 0.0211), punteggio del dolore inferiore	Intensità del dolore significativamente ridotta nel Gruppo PBM (p = 0.0030)
Robijns et al. 2022	Follow-up a lungo termine dello studio TRANSDERMIS	808–905 nm, 4 J/cm ² , 2x/settimana dal primo giorno di RT	Follow-up mediano 66 mesi (range 4-81) Nessuna differenza significativa in DFS, CFS o OS tra PBM e braccio di controllo	Non riportati

RCT: Randomized Clinical Trial
RT: radioterapia
LED: light emitting diode
DFS: disease-free survival
CFS: cancer-free survival
OS: overall survival
CTCAE: Common Terminology Criteria for Adverse Events
RTOG: Radiation Therapy Oncology Group

Tabella 1 Confronto tra i principali studi clinici sulla PBM per la prevenzione della radiodermatite nel tumore al seno

lo. Nessun caso di radiodermatite di grado 3 è stato osservato nel gruppo PBM. Le reazioni di grado 2 si sono verificate nel 12% delle pazienti trattate con PBM rispetto al 44% del gruppo di controllo [19].

Tutti gli studi riportano un eccellente profilo di sicurezza (Figura 2), nessun effetto oncologico negativo, e una buona tollerabilità da parte delle pazienti.

Tuttavia, alcune questioni ancora aperte devono essere sottolineate:

- I protocolli di PBM utilizzati variano tra gli studi (energia, durata della seduta);
- La frequenza e il timing delle sessioni PBM non sono uniformi, anche se il regime più frequentemente adottato prevede l’inizio dalla prima seduta di radioterapia e almeno due sedute a settimana per tutta la durata del trattamento.

Nonostante le variazioni nei protocolli e nelle popolazioni studiate, supportano l’implementazione della PBM come intervento efficace e non invasivo per

ridurre il rischio di incidenza di radiodermatite moderata e severa durante la radioterapia, con l’assenza rilevante di effetti collaterali.

Conclusioni

La radiodermite indotta da radiazioni rimane una delle complicanze più comuni della RT, in particolare nel trattamento del tumore della mammella, dove la cute è più direttamente esposta. Nella letteratura scientifica e nella

pratica clinica diverse strategie possono essere adottate nella prevenzione e in particolare gestione della dermatite attinica.

Le evidenze più recenti hanno dimostrato che la PBM è una modalità promettente e non invasiva che agisce a livello cellulare sui meccanismi biologici della radiodermatite, modulando l’inflammatione, favorendo la riparazione tissutale e migliorando la funzione microvascolare.

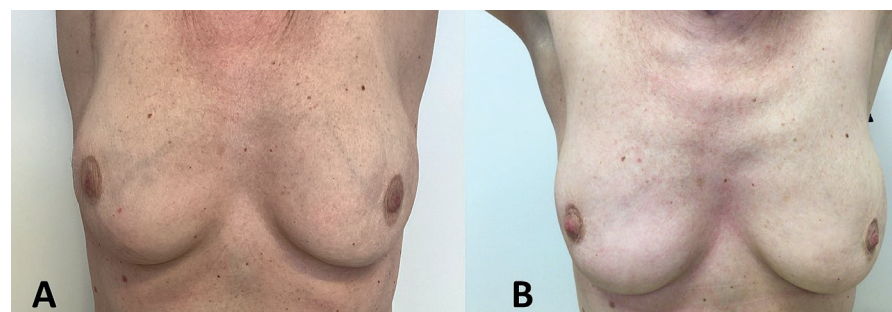


Figura 2 Paziente affetta da tumore della mammella sottoposta a radioterapia adiuvante sulla mammella destra e trattamento concomitante con fotobiomodulazione (PBM), due volte a settimana.

- A)** Aspetto della cute mammaria prima dell’inizio della RT adiuvante sulla mammella destra, dermatite di grado 0.
- B)** Aspetto della cute al termine della RT. dermatite acuta di grado 1

Gli studi randomizzati condotti su pazienti affette da tumore al seno hanno dimostrato una riduzione spesso significativa delle radiodermatiti moderate-gravi, con eccellenti profili di sicurezza e tollerabilità. I follow-up a lungo termine confermano che la PBM non influisce negativamente sugli esiti oncologici, rafforzando ulteriormente il suo ruolo nelle cure di supporto.

Considerato il favorevole rapporto beneficio-rischio e il crescente consenso espresso nelle linee guida internazionali, la PBM dovrebbe essere presa in considerazione come strategia preventiva di prima linea contro la radiodermatite. Una più ampia implementazione nella pratica clinica potrebbe contribuire significativamente a ridurre la morbilità dei pazienti e a offrire una migliore qualità di vita ai pazienti e adesione ai trattamenti.

Ulteriori studi multicentrici sono auspicabili per standardizzare i protocolli di trattamento, consolidare i risultati a oggi disponibili e ampliare le indicazioni della PBM ad altri distretti corporei.

Preventing acute radiodermatitis with photobiomodulation therapy: a literature review

Abstract

Radiation-induced dermatitis (RID) is one of the most common acute toxicities associated with external beam radiotherapy, particularly in breast cancer patients. In general patients develop mild to moderate RID, however it can affect quality of life, and few effective preventive strategies are currently available.

The aim of this narrative review is to examine the current evidence supporting the use of photobiomodulation therapy (PBM) for the prevention of acute RID in breast cancer patients, focusing on mechanisms of action and its integration into standard care. Emphasis was placed on studies involving breast cancer radiotherapy and on evidence from major clinical trials.

PBM, a non-invasive light-based intervention, has been shown to reduce the incidence and severity of grade ≥ 2 RID in multiple trials. Treatment protocols typically involve near-infrared light (808–905 nm) applied 1–2 times weekly during radiotherapy. All reviewed studies reported high patient tolerability and no negative oncologic outcomes. PBM was one of the few modalities endorsed in recent international guidelines for RID prevention.

PBM is a safe and effective option for preventing acute RID in breast cancer patients undergoing curative radiotherapy. With growing clinical support and guideline endorsement, PBM is well positioned for broader adoption as part of routine supportive cancer care. Future research should focus on protocol standardization and expanding its use to other cancer populations.

Keywords: radiation-induced dermatitis, breast cancer, radiotherapy, photobiomodulation therapy, skin toxicity

Bibliografia

1. Wei J, Meng L, Hou X, Qu C, Wang B, Xin Y, Jiang X. Radiation-induced skin reactions: mechanism and treatment. *Cancer Manag Res.* 2018 21;11:167-177.
2. Robijns J, Lodewijckx J, Bensadoun RJ, Mebis J. A Narrative Review on the Use of Photobiomodulation Therapy for the Prevention and Management of Acute Radiodermatitis: Proposed Mechanisms, Current Clinical Outcomes, and Preliminary Guidance for Clinical Studies. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2020;38(6):332-339.
3. Robijns J, Censabella S, Claes S, Pannekoeke L, Bussé L, Colson D, Kaminski I, Lodewijckx J, Bulens P, Maes A, Noé L, Brosens M, Timmermans A, Lambrechts I, Somers V, Mebis J. Biophysical skin measurements to evaluate the effectiveness of photobiomodulation therapy in the prevention of acute radiation dermatitis in breast cancer patients. *Support Care Cancer.* 2019;27(4):1245-1254.
4. Behroozian T, Bonomo P, Patel P, Kanee L, Finkelstein S, van den Hurk C, Chow E, Wolf JR; Multinational Association of Supportive Care in Cancer (MASCC) Oncodermatology Study Group Radiation Dermatitis Guidelines Working Group. Multinational Association of Supportive Care in Cancer (MASCC) clinical practice guidelines for the

prevention and management of acute radiation dermatitis: international Delphi consensus-based recommendations. *Lancet Oncol.* 2023;24(4):e172-e185.

5. Bensadoun RJ, Bollet MA, Liem X, Cao K, Magné N. New photobiomodulation device for prevention and cure of radiotherapy-induced oral mucositis and dermatitis: results of the prospective Safe PBM study. *Support Care Cancer.* 2022;30(2):1569-1577.
6. Gobbo M, Rico V, Marta GN, Caini S, Ryan Wolf J, van den Hurk C, Beveridge M, Lam H, Bonomo P, Chow E, Behroozian T. Photobiomodulation therapy for the prevention of acute radiation dermatitis: a systematic review and meta-analysis. *Support Care Cancer.* 2023;31(4):227.
7. Lin YT, Tung KM, Chiou JF, Chen YC, Hou WH. Effects of photobiomodulation therapy for acute radiation dermatitis in patients with cancer: A systematic review and meta analysis of real-world evidence. *Radiother Oncol.* 2025;202:110589.
8. Robijns J, Lodewijckx J, Claes M, Lenaerts M, Van Bever L, Claes S, Pannekoeke L, Verboven K, Noé L, Maes A, Bulens P, Mebis J. A long-term follow-up of early breast cancer patients treated with photobiomodulation during conventional fractionation radiotherapy in the prevention of acute radiation dermatitis. *Lasers Surg Med.* 2022;54(10):1261-1268.
9. Hymes SR, Strom EA, Fife C. Radiation dermatitis: clinical presentation, pathophysiology, and treatment 2006. *J Am Acad Dermatol.* 2006;54(1):28-46.
10. Glass GE. Photobiomodulation: A Systematic Review of the Oncologic Safety of Low-Level Light Therapy for Aesthetic Skin Rejuvenation. *Aesthet Surg J.* 2023 Apr 10;43(5):NP357-NP371
11. Guan Y, Liu S, Li A, Cheng W. Comparison of the efficacy among different interventions for radiodermatitis: A Bayesian network meta analysis of randomized controlled trials. *PLoS One.* 2024 10;19(4):e0298209.
12. de Freitas LF, Hamblin MR. Proposed Mechanisms of Photobiomodulation or Low-Level Light Therapy. *IEEE J Sel Top Quantum Electron.* 2016;22(3):7000417.
13. Avci P, Gupta A, Sadasivam M, Vecchio D, Pam Z, Pam N, Hamblin MR. Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: stimulating, healing, restoring. *Semin Cutan Med Surg.* 2013;32(1):41-52. PMID: 24049929; PMCID: PMC4126803.
14. Xie Y, Wang Q, Hu T, Chen R, Wang J, Chang H, Cheng J. Risk Factors Related to Acute Radiation Dermatitis in Breast Cancer Patients After Radiotherapy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Oncol.* 2021;11:738851.
15. McQuestion M. Evidence-based skin care management in radiation therapy: clinical

A cura dell'Istituto di medicina di famiglia USI



update. *Semin Oncol Nurs.* 2011;27(2):e1-17.

16. Robijns J, Censabella S, Claes S, Pannekoek L, Bussé L, Colson D, Kaminski I, Bulens P, Maes A, Noé L, Brosens M, Timmermans A, Lambrichts I, Somers V, Mebis J. Prevention of acute radiodermatitis by photobiomodulation: A randomized, placebo-controlled trial in breast cancer patients (TRANSDERMIS trial). *Lasers Surg Med.* 2018 10.

17. Robijns J, Lodewijckx J, Puts S, Vanmechelen S, Van Bever L, Claes S, Pannekoek L, Timmermans A, Noé L, Govers M, Van de Werf E, Maes A, Bulens P, Mebis J. Photobiomodulation therapy for the prevention of acute radiation dermatitis in breast cancer patients undergoing hypofractionated whole-breast irradiation (LABRA trial). *Lasers Surg Med.* 2022;54(3):374-383.

18. Censabella S, Claes S, Robijns J, Bulens P, Mebis J. Photobiomodulation for the management of radiation dermatitis: the DERMIS trial, a pilot study of MLS(®) laser therapy in breast cancer patients. *Support Care Cancer.* 2016;24(9):3925-33.

19. Strouthos I, Chatzikonstantinou G, Tselis N, Bon D, Karagiannis E, Zoga E, Ferentinos K, Maximenko J, Nikolettou-Fischer V, Zamboglou N. Photobiomodulation therapy for the

management of radiation-induced dermatitis : A single-institution experience of adjuvant radiotherapy in breast cancer patients after breast conserving surgery. *Strahlenther Onkol.* 2017;193(6):491-498. English.

20. Robijns J, Nair RG, Lodewijckx J, Arany P, Barasch A, Bjordal JM, Bossi P, Chilles A, Corby PM, Epstein JB, Elad S, Fekrazad R, Fregnani ER, Genot MT, Ibarra AMC, Hamblin MR, Heiskanen V, Hu K, Klastersky J, Lalla R, Latifian S, Maiya A, Mebis J, Migliorati CA, Milstein DMJ, Murphy B, Raber-Durlacher JE, Roseboom HJ, Sonis S, Treister N, Zadik Y, Bensadoun RJ. Photobiomodulation therapy in management of cancer therapy-induced side effects: WALT position paper 2022. *Front Oncol.* 2022;12:927685.

Affiliazioni

Layal Barjoud,
Studente Master of Medicine
Facoltà di Scienze Biomediche, Università della Svizzera Italiana, 6900 Lugano (Svizzera)

Rossella Cavicchiolo,
Clinica di Radio-Oncologia, Istituto Oncologico della Svizzera Italiana, EOC, 6500 Bellinzona (Svizzera)

Prof Dr.med Thomas Zilli
Clinica di Radio-Oncologia,
Istituto Oncologico della Svizzera Italiana, EOC,
6500 Bellinzona (Svizzera)
Facoltà di Scienze Biomediche, Università della Svizzera Italiana, 6900 Lugano (Svizzera)

PD Dr.ssa med Letizia Deantonio.
Clinica di Radio-Oncologia,
Istituto Oncologico della Svizzera Italiana, EOC,
6500 Bellinzona (Svizzera)
Facoltà di Scienze Biomediche, Università della Svizzera Italiana, 6900 Lugano (Svizzera)

Autore corrispondente: Letizia Deantonio,
e-mail: letizia.deantonio@eoc.ch

Dichiarazioni

- Concettualizzazione; preparazione del manoscritto; figure e versione finale: LB, RC, TZ, LD.
- Conflitti di interesse: nessuno.
- Fondi: Fondazione Dr. Carlo Gianella.
- Etica: non necessaria per un articolo di questo tipo.
- Accesso ai dati grezzi: nessun dato grezzo disponibile per questo articolo.

Annuncio pubblicitario

**labor team:
ora con la certificazione
«Green & Sustainable Laboratory»**

labor team è il primo laboratorio medico in Svizzera ad essere stato certificato con il label “Green & Sustainable Laboratory” dalla Federazione Europea di Chimica Clinica e Medicina di Laboratorio (EFLM).

labor team punta su decarbonizzazione, energie rinnovabili, compensazione della CO₂ e soluzioni innovative. Dal giugno 2024, labor team è membro di swisscleantech e sostiene il percorso della Svizzera verso l'obiettivo Net Zero 2050 – per un laboratorio sostenibile e responsabile.

Scoprite di più sul nostro impegno per l'ambiente e la sostenibilità



labor team

