

FACT SHEETS

Photobiomodulation and Thermal Therapies

フォトバイオモデュレーションと温熱療法

2023 年の統合的疼痛ケア

GLOBAL YEAR

フォトバイオモデュレーション（PBM）および温熱療法は、痛みを軽減するために臨床現場で一般的に使用されている。本シートの目的は、これらの介入、作用機序、臨床エビデンスについて説明することである。さらに、それらを使用する実践者と、これらの介入を統合的ケアアプローチにどのように統合できるかについても言及する。

フォトバイオモデュレーション（PBM）

フォトバイオモデュレーションという用語は、「可視および赤外スペクトルのレーザー、LED、広帯域光などの非イオン化形態の光源を利用する光療法的一种」と定義されている。これは、特定の波長の光に感受性のある細胞および細胞小器官の膜内の感光性分子である内因性発色団が関与する発熱を伴わないプロセスである。このプロセスにより、光化学イベントが発生する。光子はミトコンドリア発色団によ

って吸収され、その結果、呼吸鎖活性の増加、アデノシン三リン酸（ATP）合成の促進、活性酸素種、一酸化窒素の放出が起こる(8)。

低レベルレーザーPBM の鎮痛効果に關与する作用機序は完全には理解されていない。しかし、それは、プロスタグランジン E₂、インターロイキン 1 β 、腫瘍壊死因子 α (TNF- α)などの炎症マーカーの減少によって生じる抗炎症効果と関係がある可能性があり(5)、セロトニンレベルの増加(12)、侵害受容情報の伝達を担うA δ およびC線維の選択的阻害(5)などで酸化ストレスを減少させる。いくつかの系統的レビューでは、急性および慢性の首の痛み(5)、顎関節症(1)、肩腱障害(11)、変形性膝関節症(3)など、いくつかの痛みを伴う状態における PBM 療法の鎮痛効果が観察されている。

温熱療法

「熱さ」または「冷たさ」という用語は、物質の運動エネルギー(分子運動)の大小を指す。この運動エネルギーは、熱受容体(ルフィニ小体およびクラウス球)を介して皮膚によって認識され、人間の体の恒常性を維持する(4)ためにさまざまな生理学的反応を引き起こす。温熱療法は、治療目的で皮膚に温熱剤を当て、組織の表面または深部を加熱することと定義される。一方、凍結療法は、皮膚に適用されるさまざまな冷却リソースの用語であり、皮下脂肪組織の厚さ、および冷却方法(2,4)、適用時間に応じて表面または深部の効果が得られる。方法に応じて、さまざまな熱物質が伝導、対流、または放射メカニズムを介して人体とエネルギーを交換する(4)。

熱の生理学的効果には、血管拡張、代謝の増加、組織の粘弾性の増加、神経伝導速度の増加が含まれる。これは、組織修復の促進、可動域の拡大、筋肉の弛緩、およ

び痛みの軽減に治療上役立つ。一方、寒さには拮抗的な生理学的効果があり、血管収縮、代謝の低下、神経伝導速度の低下が顕著であり、治療的には炎症、痛みの軽減、筋けいれんの制御に効果があると報告されている(2,4)。

熱の鎮痛効果に関わる作用機序は、血流の増加と侵害受容器の活性の低下による炎症性メディエーターの除去によってサポートされている(4)。さらに、侵害受容伝達に関与する TRPV1 受容体の脱感作によって誘発される鎮痛についても報告されている(6)。さらに、ピークが 45°C の断続的な熱パルスは、連続的な熱刺激(37°C)よりも大きな鎮痛効果が報告されており、その効果は非ステロイド性抗炎症薬やオピオイドと同等である(6)。また、継続的な低レベルの温熱は痛みを和らげ、筋力を向上させ、柔軟性を高める(6)。一方、寒冷刺激による鎮痛は、特に皮膚内で 4°C の低下が達成された場合、末梢侵害受容器の活性化の減少と一次求心性線維からの排出量の減少によってサポートされる。

温熱療法と冷却療法は臨床現場で広く使用されているが、そのエビデンスは限られている。現在、腰痛および首/肩の痛みの管理のための表面温熱療法、および関節リウマチの緩和療法としての温熱療法の使用を中程度のエビデンスが支持している(6、10)。エビデンスは、変形性関節症(OA)に対して冷却することで浮腫が軽減され、可動域が拡大する可能性があることを示唆しているが、その鎮痛効果はそれほど明確ではない(2、14)。さらに、変形性膝関節症における痛みを軽減し筋機能を改善するためのパルス短波ジアテルミーの使用や、関節リウマチにおける朝のこわばりや痛みに対する治療用超音波の使用を推奨する深部温熱療法については、ほとんどエビデンスがない(7,15)。

フォトバイオモデュレーションおよび温熱療法を使用する医療者

一般に、PBM 療法と温熱療法(温熱または冷却)の使用は、理学療法、カイロプラクティック、アスレティックトレーナー、スポーツセラピーの分野で広く普及している。ただし、これらのリソースの適用について訓練を受けているのは理学療法士である(2、4、8)。

これらの介入を統合ケアアプローチにどのように統合できるか？

これらのリソースの使用は、急性または慢性の痛みを伴う状態における痛み、炎症、浮腫を軽減する計画に組み込むことができる。主に、慢性的な痛みを伴う状態では、運動に PBM を追加すると、痛みと機能的能力のさらなる改善が促進される(9、11、13)。一般に、PBM の適用は理学療法士によって医療機関で行われるが一般的な販売店で PBM 治療機器が売られている。PBM 機器の使用方法を指導された患者は、それを入手して自分で PBM を適用できる。多くの冷却療法は、運動やトレーニングによって炎症が発生した場合、セッションの最後に適用される(1)。一方、温熱療法は、徒手療法や治療的運動に伴う可動域や筋肉の柔軟性を改善する鎮痛剤として使用できる(2、4、10)。

参考文献

1. Argueta-Figueroa L, Flores-Mejía LA, Ávila-Curiel BX, Flores-Ferreyra BI, Torres-Rosas R. Nonpharmacological Interventions for Pain in Patients with Temporomandibular Joint Disorders: A Systematic Review. *Eur J Dent* 2022.
2. Belanger A. Cryotherapy. Evidence-based guide to therapeutic physical agents. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002. pp. 95–119.
3. Bjordal JM, Johnson MI, Lopes-Martins RAB, Bogen B, Chow R, Ljunggren AE. Short-term efficacy of physical interventions in osteoarthritic knee pain. A systematic review and meta-analysis of randomised placebocontrolled trials. *BMC Musculoskelet Disord* 2007;8:51.
4. Cameron MH. Superficial cold and heat. Physical agents in rehabilitation: An evidence-based approach to practice. Philadelphia: Elsevier, 2022. pp. 129–147.
5. Chow RT, Johnson MI, Lopes-Martins RA, Bjordal JM. Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials. *Lancet*

2009;374:1897–1908.

6. Freiwald J, Magni A, Fanlo-Mazas P, Paulino E, de Medeiros LS, Moretti B, Schleip R, Solarino G. A Role for Superficial Heat Therapy in the Management of Non-Specific, Mild-to-Moderate Low Back Pain in Current Clinical Practice: A Narrative Review. *Life* (Basel, Switzerland) 2021;11. doi:10.3390/LIFE11080780.

7. Laufer Y, Dar G. Effectiveness of thermal and athermal short-wave diathermy for the management of knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthr Cartil* 2012;20:957–966. doi:10.1016/j.joca.2012.05.005.

8. Post R, Junior TPN. *Electromagnetic Waves—Laser, Diathermy, and Pulsed Electromagnetic Fields. Modalities for Therapeutic Intervention.* Philadelphia: F. A. Davis Company, 2016. pp. 167–210.

9. da Silva Júnior JEF, Vieira Dibai-Filho A, de Santana GN, da Silva ACB, Politti F, Aparecida Biasotto-Gonzalez D, de Paula Gomes CAF. Association of photobiomodulation therapy and therapeutic exercises in relation to pain intensity and neck

disability in individuals with chronic neck pain: a systematic review of randomized trials. *Lasers Med Sci* 2022;37:1427–1440. doi:10.1007/S10103-021-03454-3.

10. Sluka KA, Baxter GD, Basford JR. Overview of other electrophysical and thermal agents. Mechanisms and management of pain for the physical therapist. Philadelphia: Wolters Kluwer/ IASP Press, 2016. pp. 191–204.

11. Steuri R, Sattelmayer M, Elsig S, Kolly C, Tal A, Taeymans J, Hilfiker R. Effectiveness of conservative interventions including exercise, manual therapy and medical management in adults with shoulder impingement: a systematic review and meta-analysis of RCTs. *Br J Sports Med* 2017;51:1340–1347. doi:10.1136/BJSPORTS-2016-096515.

12. Tomaz de Magalhães M, Núñez SC, Kato IT, Ribeiro MS. Light therapy modulates serotonin levels and blood flow in women with headache. A preliminary study. *Exp Biol Med* (Maywood) 2016;241:40–45.

13. Vassão PG, de Souza MC, Silva BA, Junqueira RG, de Camargo MR, Dourado VZ, Tucci HT, Renno AC. Photobiomodulation via a cluster device associated with a

physical exercise program in the level of pain and muscle strength in middle-aged and older women with knee osteoarthritis: a randomized placebo-controlled trial. *Lasers Med Sci* 2020;35:139–148.

14. Welch V, Brosseau L, Casimiro L, Judd M, Shea B, Tugwell P, Wells GA. Thermotherapy for treating rheumatoid arthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2002:CD002826.

15. Wu Y, Zhu S, Lv Z, Kan S, Wu Q, Song W, Ning G, Feng S. Effects of therapeutic ultrasound for knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2019;33:1863–1875. doi:10.1177/0269215519866494.

16. Aciksoz S, Akyuz A, Tunay S. The effect of self-administered superficial local hot and cold application methods on pain, functional status and quality of life in primary knee osteoarthritis patients. *J Clin Nurs* [Internet]. 2017; 26 (23–24):5179–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/jocn.14070>

Authors

Hernán Andrés de la Barra Ortiz, PT, Richard Liebano, PT, PhD, and Érika Patrícia Rampazo, PT, PhD



Translation

Mizuho Sumitani, MD

Department of Pain and Palliative Medicine, The University of
Tokyo Hospital, Tokyo, Japan

Masahiko Sumitani, MD, PhD

Department of Pain and Palliative Medicine, The University of
Tokyo Hospital, Tokyo, Japan

Department of Pain and Palliative Medical Sciences, Faculty of
Medicine, Tokyo, Japan