赤血球変形能に対する低出力He-Neレーザーの効果

飯島 一彦、下山 直人、下山 恵美、野村 明、杉森邦夫、水口 公信

千葉大学医学部麻酔科

Effects of He-Ne Low-powered Laser on Red Cell Deformability

Kazuhiko Iijima, Naohito Shimoyama, Megumi Shimoyama, Akira Nomura,
Kunio Sugimori, Tadanobu Mizuguchi

Department of Anesthesiology, Chiba University School of Medicine

ABSTRACT

This study was designed to investigate the effect of He-Ne laser ($\lambda = 632.8\text{nm}$, 8.5 mW; Senkou Med.Mgf.Co., Tokyo) irradiation on human red cell deformability.

Blood samples were obtained from hematologically normal adult donors by veni-puncture. Red cells were washed and adjusted to 30% Ht with 0.9% NaCl solution (pH 7.00). Blood sample was divided into three groups. Each group sample was separated into seven 3 ml-working aliquots. The aliquots in Group 1 were irradiated for 0 (control), 1, 3, 5, 10, 15 and 30 minutes within 2 hours after sampling. The aliquots in Group 2 and Group 3 were stored at 5 °C for 24 and 36 hours, respectively, and received the irradiations after 12 hours (in both Groups), 24 hours (in Group 2) and 36 hours (in Group 3) from the sampling. Red cell deformability was measured by the Nuclepore® filter filtration and presented as the filtration rate.

The deformability was unchanged in Group 1 (fresh cell group) from the control value, but improved significantly in Group 2 and Group 3 (damaged cell groups) after the irradiation.

These results suggest that the irradiations of the laser improve the function of cytoskeletal proteins in damaged human red cells.

はじめに

低出力レーザーは、難治性皮膚潰瘍、関節リウマチ、筋腱膜性疼痛、帯状疱疹後神経痛など治療に用いられている。われわれは、帯状疱疹後神経痛に対するレーザーの繰り返し照射の有用性を報告してきた^{1), 2)}。低出力レーザーの

鎮痛効果の発生機序に関して、レーザー照射の痛覚神経下行性抑制系の賦活³⁾、交感神経系シナプスの伝達抑制⁴⁾、赤血球の膜安定化効果⁵⁾などを報告してきた。Karu⁶⁾によれば、低酸素下とか還元剤を用いた脱酸素の条件下では、各種の酵素蛋白が活性化されてエネルギー代謝を

レーザー照射が改善するという。われわれは、赤血球の裏打ち構造蛋白にもレーザーが影響を及ぼすのではなかろうかと赤血球変形能をマイクロフィルター法によるフィルター通過速度より調べてみた。

実験方法：

健康成人よりヘパリン化血約60mlを採取し、pH 7.0に調整した生理食塩水にて2回遠沈洗浄した後、Ht30%赤血球浮遊液とした。この血球浮遊液を3群に分け、おのおのを更に3mlずつ7本の試験管に細分化した。第1群の7本は直ちにHe-Ne レーザー（出力8.5mW、波長632.8nm、泉工医科工業製）をおのおの0, 1, 3, 5, 10, 15, 30分ずつ照射後、フィルター試験を行った。

第2群は0℃12時間保存後、第1群と同様のレーザー照射をし、更に0℃12時間保存後、再度レーザー照射してフィルター試験を行った。

第3群は0℃12時間保存後、同様のレーザー照射をし、更に0℃24時間保存後、レーザーを照射し、フィルター試験を行った。

マイクロフィルター法は、Ried¹⁾の変法により、Nuclepore 社製ヘモフィルター（小孔直径5ミクロン、小孔密度 4×10^5 個/cm²、膜直径13mm、膜厚さ10ミクロン）およびホルダーを用い、Ht30%赤血球浮遊液0.5mlが-10cm水柱圧下でのフィルター通過時間より $\mu\text{l/s}$ (Filter Filtration Rate: FFR) とした。

結果：

新鮮赤血球の第1群、24時間および36時間保存の第2群、第3群の非照射の対照値は、図1に示すようにそれぞれ 47.5 ± 4.3 (n=15), 31.0 ± 3.1 (n=15), 16.0 ± 2.0 (n=15) $\mu\text{l/s}$ であり、保

存時間に一致してFFRが減少し、赤血球変形能の低下を認めた。

図1. レーザー非照射の新鮮血（第1群）、24時間および36時間保存（第2群、第3群）赤血球のフィルター透過速度FFR

第1群、第2群、第3群におけるレーザー照射後のFFRの変化は、図2に示した。新鮮な血球においてはレーザー照射は赤血球変形能に影響を及ぼさないが、24時間保存の第2群では、照射1分から10分にかけて変形能の改善を認め、36時間保存の第3群は照射1分から15分まで有意な変形能の改善を認めた。

図2. レーザー照射後の FFRの変化

考察

われわれは低張性溶血にける低出力He-Neレーザーの赤血球膜安定化効果は、新鮮血球では出現せず、1昼夜5℃の冷所保存し血球に侵襲を加えた状態において出現することを証明し⁵⁾、低出力レーザーのホメオスタシス効果を示唆してきた。しかしながら膜の裏打ち蛋白であるスペクトリンなどの機能への影響までは調べることができなかった。この度、Riedら⁷⁾のフィルター法にHt30%赤血球を用い、レーザーによる変形能への効果を調べてみた。

結果は、低張性溶血と同様に新鮮血ではレーザー照射の効果は出現しないものの侵襲を加えた状態では、低出力レーザーが変形能の改善つまり膜蛋白機能にもホメオスタシスを保つべく作用していることが示唆された。

文献

- 1) Iijima K, et al.; Effect of repeated irradiation of low-power He-Ne laser in pain relief from postherpetic neuralgia. Clin J of Pain 5:271-274, 1989
- 2) Iijima K, et al.; Evaluation of analgesic effect of low-power He-Ne laser on postherpetic neuralgia using VAS and modified McGill pain questionnaire. J of Clin Laser Med & Surg 9:121-126, 1991
- 3) 下山直人ほか：ラット後肢へのホルマリン注入により脊髄後角細胞に惹起される活動に対する低出力レーザー照射の効果。日本レーザー医誌10:89-92, 1989
- 4) 下山恵美ほか：ラットの上頸神経節に対する低出力レーザー照射の効果。麻酔40:S480, 1991
- 5) Iijima K, et al.; The effect of low power He-Ne laser on hypotonic hemolysis of human erythrocytes. J of Bloodless Medicine and Surgery (JBMS). 8:17-19, 1990
- 6) Karu, T.I.; Photobiological fundamentals of low-power laser therapy. IEEE J of Quantum electronics. QE-23(10)1703-1717, 1987
- 7) Reid HL, et al.; A simple method for measuring erythrocyte deformability. J Clin. Path. 29:855-861, 1976