

空気圧迫式マッサージ機の効果について

楠 本 秀 忠*

要旨

疲労回復やリラックス状態を作り出す上でマッサージはアスリートやコーチにとっても関心が高い。これまで数多くのマッサージの効果に関する報告があるが、一致した見解を見ない。[目的] 本研究は、機械による空気圧迫式マッサージ機（AB 式マッサージ機）を用いることにより、施術者による技術や方法、時間等の要因を除外し、マッサージが自律神経系に与える効果について検討を加えることを目的とした。[方法] 健常男子8名を仰臥位安静（Con 条件）と仰臥位にて AB 式マッサージ機埋入安静（AB 条件）の2条件にて心拍数並びに心拍変動（LF/HF）を myBeat WHS-1（ユニオンツール株式会社製）により計測し、両条件間で比較した。[結果] 心拍数並びに LF/HF とともに Con 条件に比して AB 条件では有意（ $p<0.05$ ）に低下することを示した。[結論] 10分間という短い時間でのマッサージにおいても、交感神経を抑制し、副交感神経を亢進する効果が示唆された。

1. はじめに

全てのアスリートにとって、疲労を回復する方法を知することは非常に重要な課題である。試合と試合の間の時間で選手がマッサージを受けている光景を良く見かけのように、選手やコーチのマッサージに対する関心は高い。球技であれば、前半の疲労を如何に少なくするか、陸上や水泳などでは、次のレースまでに如何にコンディションを回復させるかがパフォーマンスを最大限に発揮する上での鍵であるといっても過言ではない。

マッサージによる効果としては次の4つが期待されている[1]。

- ①パフォーマンスの向上と回復
- ②コンディショニングマネジメント
- ③リハビリテーションと治療効果
- ④苦痛緩和ケア

①について、スポーツマッサージはその後の運動パフォーマンス向上（あるいは低下量の減少）に特に効果はみられないという報告は少なくない[2-4]。

②について、マッサージが遅発性筋肉痛（DOMS）の低減に効果があるという報告[5-7]に対し、効果がないという報告[8, 9]もなされている。

先に、我々は高強度間欠運動後の疲労の回復における空気圧迫式マッサージ（pneumatic compression massage）機（以後、AB 式マッサージ（Air-bag massage）機）の効果につ

* 大阪経済大学人間科学部 教授

いて検討を加えた[10]。その結果、Ex2の2～4セット目において両条件間の発揮パワーに有意な差がみられた。血中乳酸濃度は両条件間には有意な差はみられなかった。これらの結果は、AB式マッサージ機は、10分間を球技などの後半までの休憩時間と考えるとこの短い時間では、発揮パワーについて改善はみられるものの、血中乳酸を除去する効果は期待できないこと示した。

マッサージの効果を不確定としている要因の一つにその方法も大きな部分を占めていると考えられる。すなわち、施術者の技術や施術の方法、時間である。マッサージは、「圧の深さ」「引く力」「方向」「スピード」「リズム」「頻度」「持続時間」などその触れ方の違いによって「軽擦」「揉捏」「スキンローリング」「圧迫」「振動」「叩打」「フリクション」などの方法が用いられる[11]。そのため、マッサージの効果を検討する場合、術者の技術やその強度、時間などによる差異が影響することは否めない[12]。

④について、選手の疲労感を和らげ、組織の緊張をほぐし、血流やリンパ流を増加させ、老廃物の除去を促進する[13, 14]という報告とMoraskaら[15]のようにそれらの効果は不確定であるとする報告もある。

先に示した我々の報告[10]においては、心拍応答では有意な差は認められなかったものの、Maにおいて低下する傾向が認められ、AB式マッサージ機によるリラックス効果の可能性が示唆されている。

さらに、④については、不安や緊張、ストレスなどを取り除く心理的效果についても肯定的である報告[16–20]もあるが、上述した様にマッサージの施術方法の違いにより、その効果の検証を困難にしている。そこで、ここでは機械式のマッサージ機器を用いることにより施術方法の差を無くした上で、自律神経活動の面からその効果に焦点を当てた。

さて、内村ら[21]は心拍時系列データを周波数解析して得られる「パワースペクトラム」では、周波数の低いLF成分と周波数の高いHF成分が観測される。LF成分は血圧調節の機能と関連しており、交感神経と副交感神経の両方の影響を受けている。HF成分は呼吸変動と関連しており、副交感神経の影響を受けている。よってLFとHFの比をとることで、交感神経活動度の指標を求めることができる」と述べている。このことは、マッサージ中の心拍変動から得られるLF、HFの比を観察することによって自律神経活動の動態を観察することが可能であることを示唆している。

そこで、今回は、AB式マッサージ機の効果を心拍数並びに心拍変動から得られるLF/HFを用いて、自律神経活動の面からその効果を検討することを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は健常な男子大学生8名を用いた。被験者には実験の内容、目的並びに実験によって起こり得る身体的変化について十分に説明し、実験に参加する同意を得た。本研究は、本学研究倫理審査委員会による審査が必要となるか否かを判断するための「大阪経済大学「人を対象とする研究」に関するチェックシート」でチェックされたものである。

2.2 測定方法

本研究では myBeat WHS-1（ユニオンツール株式会社製）を用いて心拍数並びに心拍変動（心拍間隔 RRI：サンプリング周波数 1000 Hz）、周波数成分における低周波成分 LF（0.04～0.15 Hz）と高周波成分 HF（0.15～0.4 Hz）の比 LF/HF を計測した。

被験者に電極パッドを胸の所定の位置に貼り付け継続して10分間の測定を行った。

2.3 AB 式マッサージ機

今回は写真1に示す HYPER MEDOMER HP-7000EX（メドー産業社製）の AB 式マッサージ器を用いた。本マッサージ器は腰部上部から脚部全体を包み込み、エアバックの空気圧により、脚全体のマッサージを行う形式のものである。圧力センサーの制御により下肢の太さに関係なく一定の加圧を与えることができる。本実験では、圧力設定を 8 kPa、ウェーブモードで10分間作動し続けるよう設定した。ウェーブモードとは、脚部の下方から上方へと揉み上がる方式で、60秒間で末端から体幹にむけて順次圧迫を加え（0～15秒では足首周辺のみを圧迫、15～30秒では足首と下腿筋周辺を圧迫、30～45秒では足首と下腿筋に加えて大腿下部を圧迫、そして45～60では大腿上部を含む下肢全体を圧迫する）、その後10秒間で減圧が終了する設定である。



写真1．AB 式マッサージ機
HYPER MEDOMER HP-7000EX（メドー産業社製）

2.4 実験方法

被験者には、実験室に入室後、椅坐位にて10分間の安静状態を保持させた後、仰臥位にて測定を開始した。実験は以下に示す2つの条件で行った。各条件の測定は、クロスオーバーデザインとなるように配慮した。さらに、HFの測定に関しては、呼吸に注意する必要がある。すなわち、心拍変動は交感神経が亢進している時も、副交感神経が亢進している時もその影響を受けるため HF は呼吸の速さに影響を受ける[21－25]。そのため、本実験では、被験者に意図的に呼吸を変化することなく一定に続けるように指示した。

2.5 実験条件

AB 条件：AB 式マッサージ機に埋入し、測定を行った。

Con 条件：仰臥位中に測定を行った。

今回は、マッサージの基本的な効果を検討するために、測定はいずれの条件も仰臥位安静状態で測定を10分間行った。それぞれの測定の間には1日以上の間隔を空けた。

2.6 統計処理

Con と AB の両条件間の比較には対応のある t-test を用いた。統計的有意水準は危険率 5%未満とした。

3. 結果

3.1 心拍数

図1は Con と AB の各条件の10分間の心拍数の平均値 (bpm) をプロットした。Con 条件、AB 条件の心拍数はそれぞれ 66.6 ± 10.27 (bpm), 62.1 ± 8.97 (bpm) であった。t 検定により両者を比較した結果、Con 条件に比して AB 条件の方が有意 ($p < 0.05$) に心拍数が低くなることを示した。

3.2 LF/HF

図2は Con と AB の各条件の10分間の LF/HF の平均値をプロットした。Con と AB の LF/HF の平均値はそれぞれ 1.93 ± 0.994 , 0.98 ± 0.425 であった。t 検定により両者を比較した結果、AB 条件は Con 条件よりも有意 ($p < 0.05$) に LF/HF が小さいことを示した。

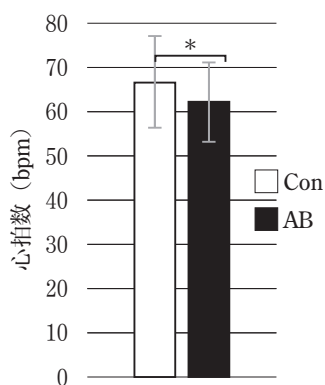


図1. 心拍数 (bpm) の Con 条件と AB 条件の比較 (n=8)

*: $p < 0.05$

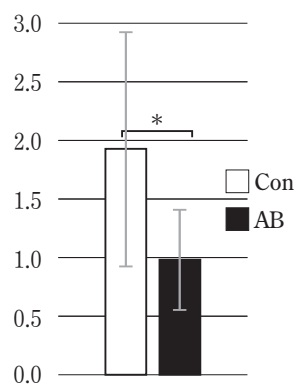


図2. LF/HF の Con 条件と AB 条件の比較 (n=8)

*: $p < 0.05$

4. 考察

今回、AB 式マッサージ機の効果について検討するために、安静仰臥位の Con 条件と AB

条件での心拍数と心拍変動から得られる低周波成分 LF と高周波成分 HF の比 LF/HF の値からその評価を試みた。

得られた結果は、心拍数 (bpm) と LF/HF はいずれも Con 条件に比して AB 条件の方が有意 ($p < 0.05$) に低くなることを示した。

マッサージが疲労の回復にどのような影響を与えるかについては様々な報告があり、その効果については一致した見解が得られていない。その一つの要因として、マッサージは、「圧の深さ」「引く力」「方向」「スピード」「リズム」「頻度」「持続時間」などその触れ方の違いによって「軽擦」「揉捏」「スキンローリング」「圧迫」「振動」「叩打」「フリクション」などの方法が用いられる[1]。術者によってマッサージの方法や強さが一定ではないことが考えられる。

今回は、マッサージの効果を検討するために機械式のマッサージ機を用いることにより、術者による要因を除外した。我々は先に、高強度間欠的運動時の疲労回復に AB 式マッサージ機を用いた場合の乳酸値の回復過程について検討し、血中乳酸値を有意に除去できなかったことを示した。すなわち、マッサージにより血流は増加するものの、10分間という短時間の休息では、素早い血中乳酸の除去には至らないと推察された。しかし、今回、心拍数については AB 条件の方が Con 条件に比して有意に低下した。

スポーツマッサージはその後の運動パフォーマンス向上（あるいは低下量の減少）に特に効果はみられないという報告は少なくない[2-4]。Cafarelli ら[2]は12名の被験者を用いて、激運動後の四頭筋の回復について振動マッサージを用いて検討した結果、短期間での回復の効果を認めていない。また、マッサージが遅発性筋肉痛 (DOMS) の低減に効果があるという報告[5-7]に対し、効果がないという報告[8, 9]もされており、筋疲労に対する効果についての意見も一致していない。Farr ら[5]は8名の男性を被験者として下り坂歩行後の遅発性筋肉痛および筋肉機能に対するマッサージの効果を検討した。その結果、マッサージが遅発性の筋肉痛および圧痛を減衰させるが、アイソキネティック強度と機能の低下に対する効果の可能性は低いことを示唆している。Mal-Soon Shin ら[7]は運動誘発性筋肉損傷 (EIMD) 後に胃頭流のマッサージを行うことによって、胃頭膜の表面層に影響を与え、これによって筋力と下垂を改善させることを示唆している。

このように、マッサージの遅発性筋肉痛や機能回復への効果についても意見が分かれている。その一方で、マッサージは、選手の疲労感を和らげ、組織の緊張をほぐし、血流やリンパ流を増加させ、老廃物の除去を促進する[13, 14]という報告と、確定的ではないとする報告[15]がある。また、不安や緊張、ストレスなどを取り除く心理的效果を認める報告[16-20]も多く見られるが、上述したようにマッサージの方法や強度、時間等が異なるためその効果を比較することは困難である。そこで、本研究では、機械式マッサージを用いて、その効果を自律神経系の面から確認した。

さて、LF (Low Frequency) はメイヤー波と同じ周期をもち、血圧信号に対応する心拍変動における低周波変動成分である。同じく HF (Hi Frequency) は呼吸を信号源とする心拍変動における高周波変動成分である。LF 成分は交感神経と副交感神経の両方の活動

を表し、HF 成分は副交感神経が緊張した際に現れる。そして LF と HF の比をとることにより交感神経活動度の指標を求めることができる[21, 22]。すなわち副交感神経が亢進された際には HF 成分が LF 成分に比べて高くなり LF/HF の数値は小さくなる。以上より今回は、LF/HF の数値の低下をもって交感神経抑制の指標とした。

高田ら[26]は21歳女性1名を対象に62日間、起床直後の自律神経の働きを LF/HF の数値より検討した。その結果、起床直後の LF/HF の平均値は1.4となり、この値を安静時における目安とした。さらに30～59歳男性を対象に LF/HF の数値と交感神経と副交感神経のバランスの相関における尺度を報告している。それによると LF/HF の数値の非常に安静な状態を2.0未満、日常の安静時では2～3、副交感神経が抑制または交感神経が亢進した状態を4.0以上とし、目安としている。

本研究で行われた Con, AB 各条件の10分間の LF/HF の平均値はそれぞれ 1.93 ± 0.994 , 0.98 ± 0.425 であり、高田らの尺度に当てはめると両条件の平均値は安静の状態であるといえる。広瀬ら[27]は、成人期の男女11名に軽擦法マッサージを背部に10分間行った。その結果、有意差はみられなかったものの、介入前に比べて介入後は LF/HF の緩やかな低下を認めている。若杉ら[28]は、ハンドマッサージ時の実施者の手の温度が受け手に与える影響を検討した。健常女性12名を用いて、実施者の手の温度を A 群（低い）、B 群（高い）、C 群（対象者の手掌と同等）の3群で比較する中で、マッサージ開始前に比べてマッサージ後の LF/HF はいずれの群においても有意な差を認めなかった。この様に施術者やその方法により、マッサージの効果について違いが現れる。本研究では、機械式マッサージ機により10分間のマッサージを行ったところ、Con 条件に比べて AB 条件では LF/HF が有意に低下した。これは高田ら[26]が示した副交感神経が優位の状態である起床直後の数値を下回り、より副交感神経が亢進され、交感神経が抑制された状態であった可能性が高いことを示している。

5. おわりに

本研究は、機械による空気圧迫式マッサージ機（AB 式マッサージ機）を用いて、マッサージが自律神経系に与える効果について検討を加えた。その結果、心拍数並びに LF/HF とともに Con 条件に比して AB 条件では有意（ $p < 0.05$ ）に低下することを示した。このことから10分間という短い時間でのマッサージにおいても、交感神経を抑制し、副交感神経を亢進する効果が示唆された。

謝辞

本研究の実験並びにデータ整理に関して、2019年度大阪経済大学人間科学部15期生菊池宗一郎君、吉田優志君にお手伝い頂きました。ここに感謝の意を表します。

引用文献

- [1] S. フリッツ著、大谷素明監訳：スポーツマッサージ―運動・フィットネス・リハビリ

- テーションのケアー, 西村書店, 4-6, 2010.
- [2] Cafarelli, E., Sim, J., Carolan, B. and Liebesman, J.: Vibratory massage and short-term recovery from muscular fatigue. *Int. J. Sports Med.*, 11(6): 474-478, 1990.
 - [3] Newman, T. Martin, D. Wilson, L. and Perrin, D.: Massage effects on muscular endurance. *J. Athl. Train.*, 31: suppl-18, 1996.
 - [4] Robertson, A. Watt, J. M. and Galloway, S. D.: Effects of leg massage on recovery from high intensity cycling exercise. *Br. J. Sports Med.*, 38(2): 173-176, 2004.
 - [5] Farr T, Nottle C, Nosaka K, and Sacco P: The effects of therapeutic massage on delayed onset muscle soreness and muscle function following downhill walking. *J. Sci. Med. Sport*, 5 (4): 297-306, 2002.
 - [6] Tiidus, P. M., and Shoemaker, J. K.: Effleurage massage, muscle blood flow and long-term post-exercise strength recovery. *Int. J. Sports Med.*, 16(7): 478-483, 1995.
 - [7] Mal-Soon Shin, ?Yun-Hee Sung: Effects of Massage on Muscular Strength and Proprioception After Exercise-Induced Muscle Damage: *J Strength Cond Res*. 29(8): 2255-2260, 2015.
 - [8] Hasson, S. Cone, M. Ellison, C. Goehrs L. Hall, L. and Van V. E.: Effect of retrograde massage on muscle soreness and performance. *Phys. Ther.*, 72: 100, 1992.
 - [9] Hilbert J, G Sforzo and T Swensen: The effects of massage on delayed onset muscle soreness, *Br J Sports Med*. 37(1): 72-75, 2003.
 - [10] 谷所 慶, 楠本秀忠: 空気圧迫式マッサージ機が高強度間欠的運動の疲労回復に及ぼす影響, 大阪経大論集, 63(6): 35-41, 2013.
 - [11] 前掲書[1], 96-132.
 - [12] 指圧・マッサージ圧の強弱の違いは肩こりをほぐす効果に影響を及ぼすか?: 香川県立保健医療大学雑誌, 9: 27-34, 2018.
 - [13] Ernst, E.: Does post-exercise massage treatment reduce delayed onset muscle soreness? A systematic review. *Br. J. Sports Med.*, 32(3): 212-214, 1998.
 - [14] Hinds, T. McEwan, I. Perkes, J. Dawson, E. Ball D. and George, K.: Effects of massage on limb and skin blood flow after quadriceps exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 36(8): 1308-1313, 2004.
 - [15] Moraska, A.: Sports massage. A comprehensive review., *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 45 (3): 370-380, 2005.
 - [16] Moyer, C. A., Rounds, J., and Hannum, J. W.: A meta-analysis of massage therapy research. *Psychol Bull*, 130(1): 3-18, 2004.
 - [17] Rexilius S. J. Mundt, C. Erickson, M. M. and Agrawal, S.: Therapeutic effects of massage therapy and handling touch on caregivers of patients undergoing autologous hematopoietic stem cell transplant. *Oncol. Nurs. Forum*, 29(3): 35-44, 2002.
 - [18] Weinberg, R., Jackson, A., and Kolodny, K.: The relationship of massage and exercise to mood enhancement. *The Sport Psychologist*, 2: 202-211, 1988.
 - [19] 短時間のハンドマッサージによる生理的・心理的効果の検証—実施時間の差異によるラ

- ンダム化比較試験—: J. J. Nursing Art and Science, 17: 125-130, 2018.
- [20] 指圧および経穴マッサージが体温と身体柔軟性に及ぼす効果: 日本伝統医療看護連携学会誌, 1(1): 57-64, 2020.
- [21] 内村麻里奈, 江口由記, 川寄美波, 吉井直子, 梅田智広, 高田雅美, 城和貴: LF/HFを用いた時空間ストレス指標の提案, 研究報告バイオ情報学 (BIO), 32(2): 1-6, 2012.
- [22] 林博史 (編): 心拍変動の臨床応用—生理的意義, 病態評価, 予後予測—, 医学書院, (第6版), p. 32, 2017.
- [23] Changjun Li, Qinghua Chang, Jia Zhang, and Wenshu Chai: Effects of slow breathing rate on heart rate variability and arterial baroreflex sensitivity in essential hypertension. Medicine, 97(18): 2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6392805/>
- [24] Damien Saboul, Vincent Pialoux, and Christophe Hautier: The breathing effect of the LF/HF ratio in the heart rate variability measurements of athletes.: Eur J Sport Sci.: 14 S, 282-288, 2014.
- [25] 前掲書[18], 8-17.
- [26] 高田晴子, 高田幹夫, 金山愛 (2005): 心拍変動周波数解析の LF 成分・HF 成分と心拍変動係数の意義—加速度脈波測定システムによる自律神経機能評価—, HEP, 32(6): 12-20, 2005.
- [27] 背部のマッサージケアにおけるリラクゼーション効果の検証: 保健医療福祉科学, 6: 22-27, 2016.
- [28] ハンドマッサージにおける実施者の手の温度が受け手に与える影響: 日本赤十字豊田看護大学紀要, 15(1): 25-33, 2020.