

後頭下を減圧するオステオパシー・テクニックが、自律神経/迷走神経に及ぼす影響について

38期 藤沢美穂

イントロダクション

動機

自律神経系は、血液循環、呼吸、消化、排泄、免疫、代謝などに影響し、生命維持に欠くことのできない制御システムである。学校のクリニックに施術を受けに来られる方の中には、筋骨格系の障害だけでなく、内臓の不調や、交感神経が亢進し不調をきたしている例なども散見された。自律神経のバランスを副交感神経優位に整えるオステオパシー・テクニック (Osteopathic Manipulative Treatment; OMT) として、後頭下を減圧するテクニック(後頭下減圧法)、頭蓋仙骨療法、頸部筋膜テクニック、CV4などが報告されている^{1,4)}。

なかでも後頭下減圧法はクライアントに負担をかけずに非常に短い時間で行うことが可能なテクニックであり、このテクニックが自律神経系に計測可能な効果をもたらすかどうかを調べてみたいと思った。

後頭下減圧法

後頭下減圧法は、写真(右)にあるように、術者の両手の示指を出来るだけ後頭頭に近いところでコンタクトし、眼窩の方に向かって張力を加えながら牽引を行う方法であり、後頭及び後頭下組織の緊張と後頭骨の弾力性を左右均等にすることを目的とする。



後頭下の減圧及び上部頸椎へのOMTが健常者の心拍変動(Heart Rate Variability; HRV) 指標に与える影響を検討したGilesらは、OMTがHRVの高周波(HF) 指標を増加させることを示した。HFはHRVの周波数解析によって得られる指標で、呼吸中枢による迷走神経前節ニューロンへの直接干渉と、肺の伸展受容体および呼吸による血圧変化の圧受容体反射を反映し、主に心臓副交感神経系である迷走神経を介しているため、副交感神経指標と言われる。

後頭下減圧法が副交感神経を優位にさせる正確なメカニズムはわかっていないが、迷走神経が頭蓋骨から頸静脈孔を出て行く経路に問題がある場合、その状態を改善する可能性がある。また、上頸神経節・迷走神経群を覆う頸部の深部筋膜への影響も考えられているが、実験的エビデンスは不足している。また、後頭下減圧法で触れる解剖学的位置にあるC1-C2レベルの皮膚の求心性神経線維を電氣的に刺激することで副交感神経が優位になることを示した報告もある。⁵⁾

評価指標について

本研究では、評価の指標には心拍変動(HRV)を用いることとした。HRVとは、心臓の拍動と拍動の間隔の変化(揺らぎ)の測定項目である。心電図の波形において電圧が最も高くなるピークは、心室が急激に収縮して血液を心臓から全身へ送り出す時に発生するR波であるが、一般的に、HRV指標は、このR波と次のR波の間隔(RR間隔[ms])の揺らぎから算出する(図1)。



RR間隔は呼吸、血圧、自律神経の影響を受けて変化するため、自律神経活動指標としての心拍変動指標の研究が多数行われるようになり、その妥当性はすでに多くの研究で報告されている。^{6,7)} これまでわかりにくかった自律神経機能の状態を非侵襲的に知ることができるため、HRVの指標は、疾患の予後予測、治療や施術による改善効果、アスリートのコンディション評価など、多くの場面で使われてきている。HRVの解析には、時系列解析と周波数解析があるが、本研究では時系列解析を用いることとした。一般に自律神経活動を評価するためには、時系列解析のHRV指標では、pNN50 (percent of difference between adjacent normal RR intervals greater than 50 ms) およびrMSSD (root mean square successive difference)が使用されている。本研究でも心拍数に加えて、rMSSDとpNN50をHRVの評価項目として採用することとした。その定義と意味を表1に示す。

表1. 本研究で使用するHRVパラメーター一覧

パラメータ	定義	意味
HR	心拍数	
rMSSD	隣接するRRIの差の二乗平均平方根	迷走神経緊張強度の指標
pNN50	連続した隣接するRR間隔の差が50msを超える心拍の割合	迷走神経緊張強度の指標

測定方法

HRVの測定には、心電図(ECG)を用いる方法の他に、脈拍に伴う動脈容積の変化を光学的に捉える光電式容積脈波 (photoplethysmography; PPG) 測定法が開発されている。

PPGでは、LED光源で皮膚を照らし、PD(photo diode)を受光器として光の吸収の変化を測定することで心拍による血流量の変化を検出する。今日ではその原理を用^(b)いて、スマートフォンのCMOSカメラ(受光器)、LEDフラッシュ・ライト(発光源)を利用してPPG測定を行うアプリが開発されている。¹⁰⁾ 本研究では、WelltoryというスマートフォンPPGを用いて測定を行う。ECGによる測定とPPG、スマートフォン式PPGによる測定を比較した研究では、PPG、スマートフォン式PPGのいずれもECGによる測定値と相関することが報告されている。¹⁴⁻¹⁸⁾

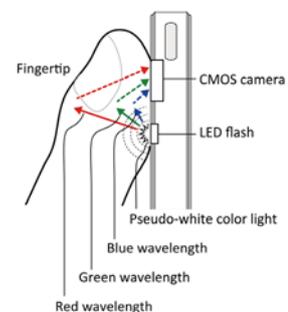


図2 スマートフォン PPG の原理
(文献 10 より引用改変)

方法

場所

本研究の試験は、JCO附属クリニックで行う。

対象者

満60歳までの健康な男女とする。

以下の除外基準に該当する者、スーパーバイザーが不適切と判断した者は被験者の対象外とする。

<除外基準>

重度高血圧症(>200/120)

重度の動脈硬化

脳動脈瘤

脳出血や脳卒中の既往

脳の悪性腫瘍

頭部外傷

内臓移植

髄膜炎などの感染症や出血性疾患(血友病など)

緑内障

てんかん

リウマチ性関節炎、エーラス・ダンロス症候群、ダウン症など(靭帯が緩い)

骨粗鬆症、または後頭頭蓋底エリアの骨密度低下

アーノルド・キアリ奇形

洞調律異常などの不正脈

理由

[頭蓋マニピレーションの禁忌症]

[後頭頭蓋底リリースの禁忌症]

[後頭頭蓋底リリースの禁忌症]

[後頭頭蓋底リリースの禁忌症]

[HRV が正確に測定できないため]

倫理的考慮

1. 参加中に何らかの体調悪化が生じた際には、直ちに中止とする。
2. データの集計は匿名化して行い、個人情報特定し得る情報は厳重に管理する。
3. 参加候補者に対して、以下についての説明を十分に行った上で、参加の同意を得る。
 - 研究内容
 - OMT かコントロール施術のどちらを受けるかを選ぶことはできず、どちらを実施したかも知らされないこと
 - 参加は自由意思によるものであり、いつでも自由に参加を取りやめる権利を有すること
 - 研究で得られたデータは、個人情報が分からないように匿名化した上で論文として公表される予定であること

試験デザイン

OMT群とコントロール群とを比較する単盲検ランダム化比較試験

試験手順

試験は下記の手順で実施する。

1. 被験者への説明と同意書の取得 [添付資料]
2. 仰臥位安静を保つ(待機時間:2分間)
3. 仰臥位にてベースラインのHRVを測定(約5分間)
4. 仰臥位にてOMT施術または偽OMT施術(コントロール施術)の実施(2分間)
5. 仰臥位にて施術後のHRVを測定(約5分間)

HRV測定項目

過去の類似の試験を参考に、心拍数に加えて、HRVパラメータの中から副交感神経の活性を示すrMSSD、spNN50を測定項目として選択した。

測定方法

試験実施者が用意したスマートフォンのPPGアプリ(Welltory)を用いて測定する。

測定のやり方:

- 1) 試験実施者がPPGアプリを起動させる。
- 2) 6秒後に測定が開始されるので、直ちにスマートフォンのカメラ部分を上にしてベッドの脇に置き、カメラ部分に被験者(仰臥位)の人差し指を当ててもらおう。
- 3) 測定は約5分間行われる。測定が終了するとバイブレーションにより通知されるので、試験実施者がスマートフォンを回収する。

設定の根拠

待機時間

HRV測定値は姿勢変化に影響されるため、本研究では、ベースライン測定前に仰臥位安静を2分間保つ待機時間を設ける。待機時間は、「仰臥位から座位への姿勢変換が自律神経系活動に及ぼす影響を検討した試験」¹¹⁾の安静姿勢待機時間を参考に設定した。

測定体位

施術前後の測定を仰臥位で行うことにより以下のことが期待できる。

- HRV測定値は姿勢変化に影響されるため、ベースラインと施術後の測定を、OMT/コントロール施術の姿勢と同じにする事で、実験中の姿勢を変動させず一定にすることができる。

- ベッドにスマートフォンを置き、仰臥位のままカメラの上に指を乗せて測定することで心臓からの相対的な高さを一定にすることができる。

HRVパラメータは体位により変化し、座位や立位に比べて仰臥位では副交感神経成分が優位になるという報告⁸⁾と、35歳以上では体位に伴う変化を生じないという報告⁹⁾がある。本研究は、施術前後のHRVパラメータの測定を同一体位で行う為、実験中の体位変動によるデータへの影響はないと考えられるが、座位や立位での測定値と比較してHF成分が強く測定される可能性は否定できない。

プロトコール

OMT施術(後頭下の減圧) (OMT群)

以下の手順を行うこととする(約2分間)。

1. 被験者は仰臥位、術者はテーブルの頭側に腰掛ける。
2. 術者は両手の示指を出来るだけ後頭顆に近いところにあてがって、後頭部にコンタクトする。示指を中指で補強してもよい。両手はテーブルに乗せて支える。
3. 後頭部にしっかりコンタクトできるよう、眼窩の方に向かって張力を加える。
4. 術者は両肘を内側に動かしながら、牽引を加える。こうすることで指が外側へ動き、大後頭孔を後頭骨の下縁に沿って広げるので、後頭の緊張が和らいで減圧される。緩みを感じたところで終了とする。

過去の類似の試験¹⁾では、頸部の軟部組織に対してニーディングとストレッチングを5分間行い、その後キンバリーマニユアル⁸⁾の後頭減圧法(1~4のみ)を行なっているが、本研究では、コントロール施術と同等の時間内にOMT施術を終える様に、頸部軟部組織に対するニーディングとストレッチングは行わず、キンバリーマニユアルの後頭減圧法(1~4)のみを採用した。

コントロール施術 (対照群)

後頭顆に指を触れるが、いかなる方向へも圧を加えない、偽OMT(コントロール)施術を2分間行うこととした。

統計解析

本研究の実施にあたり、帰無仮説を以下のように設定した。

「後頭下を減圧する OMT は、自律神経を反映する心拍変動(HRV)パラメータに影響を及ぼさない。」

この仮説の棄却を証明するため、設定した4つの測定項目について、以下の通り統計解析を行った。例数が少ない為、解析には以下のノンパラメトリックな手法を使用した。

- 介入前後の値の比較:ウィルコクソン順位和検定
- OMT群とコントロール群間の各測定項目の変化量の比較:マン・ホイットニーU検定

- 危険率5%、片側検定

結果

試験への参加者は OMT 群 6 名、対照群 5 名が試験であった。OMT 群の一名は、測定時に指から腕へのビリビリした感覚があり、解析からデータを除外した(理由:感覚ストレスの測定値への影響を考慮したため)。従って解析実施対象は OMT 群 5 名、対照群 5 名とした。解析対象者の平均年齢は OMT 群が 37.6 歳、対照群が 50.2 歳であった。

ウィルコクソン順位和検定を用いたベースライン値と介入後の値の比較では、OMT 群では全評価項目の数値に有意差が認められ、対照群では全評価項目について有意差がみられなかった(表 2)。

OMT 群と対照群の介入前後の変化量を比較したところ、図 3 に示す通り、いずれの評価項目においても有意差は認められなかった。

表2. 介入前後の比較 (ウィルコクソン順位和検定)

評価項目 (単位)	OMT 群 (n=5)				対照群 (n=5)			
	介入前	介入後	変化量	p 値	介入前	介入後	変化量	p 値
HR (bpm)	72.8 (4.50)	71.0 (4.60)	1.8 (0.49)	p=0.03	70.2 (3.38)	70.2 (3.50)	0 (0.29)	p=1.00
RMSSD (ms)	23.7 (3.79)	29.6 (4.58)	5.92 (1.70)	p=0.02	38.2 (7.57)	45.8 (6.01)	7.6 (3.56)	p=0.18
pNN50 (%)	4.6 (1.72)	9 (2.59)	4.4 (0.98)	p=0.02	20.4 (9.90)	22.8 (7.13)	2.4 (3.00)	p=0.34

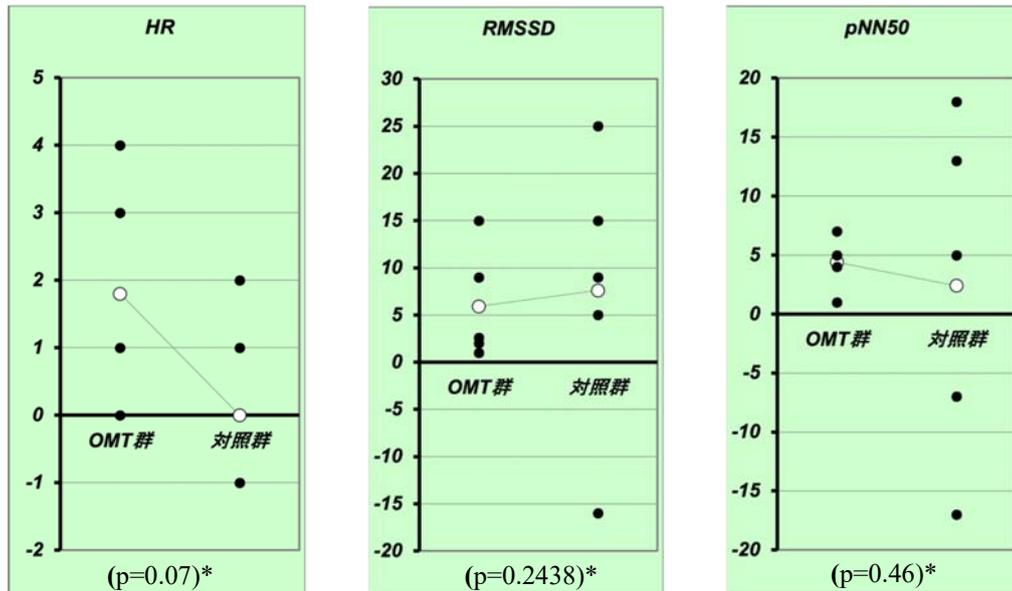


図 3. OMT 群と対照群間の変化量の比較

*マン・ホイットニーの U 検定(片側)で算出

<統計解析ソフト>

データの解析にあたっては、「著 山崎信也 なるほど統計学とおどろき Excel 統計処理 改定第 6 版, 医学図書出版, 2008 年」付属 CD-ROM のプログラムを使用した。

考察

本研究の限界としては、まず第一にサンプル数の少なさが挙げられる。第二に、OMT 群と対照群のベースライン値をみると、心拍数はほとんど同等であったが、pNN50 の値には大きな差が認められた。測定アプリの pNN50 の基準値は 5-40%とされているが、OMT 群の1名で介入前の pNN50 値が 0%であったため、介入前の OMT 群の pNN50 の平均が基準値以下となってしまった。このように個人間で値に大きな違いがあったのは、実際に個人差が大きかったのか、測定のやり方に問題があったのか(カメラへの圧のかけ方が弱い等)、不明な点が残る。圧のかけ方がなるべく均等になるように、事前の説明をもう少し詳しく行った方がよかったかもしれない。また自律神経という不安定な生理反応の個人内変動を調べるにあたっては、1 回だけの測定値を採用するのではなく、同一被験者に対してある程度の反復測定を行い、平均値を求めるのが理想であると思われた。自律神経のバランスを副交感神経優位に変化させる OMT として、後頭下減圧法、頭蓋仙骨療法、頸部筋膜法、CV4 などが報告されており、中でも後頭下減圧法は、クライアントに負荷をかけずにわずかな時間で行うことができる優れたテクニックである。しかし、本研究において、後頭下減圧を行った OMT 群では全項目でベースラインに対する施術後の数値には有意差が認められたものの、対照群との変化量の比較においては有意差は認められなかった。類似の研究で有意差が認められたものでは、後頭下減圧法を行う前にニーディングとストレッチングを 5 分間行っていた。また別の試験では、後頭下の減圧(牽引)のみを行っていたが、介入時間を 5 分間と長く設定していた。後頭下の減圧をどのように取り入れるのが最も効果的であるのか、サンプル数、測定の正確性などの課題を改善しつつ、今後の研究材料としたい。

結論

心拍変動の変数(心拍数、RMSSD、pNN50)について、OMT群と対照群の介入前後の変化量を比較したところ、有意差は認められなかった。したがって、本研究では「後頭下を減圧するOMTは、自律神経を反映する心拍変動(HRV)パラメータに影響を及ぼさない。」という帰無仮説は棄却されず、誤っているとは言えないと判断された。

謝辞

本卒業論文の執筆をご指導いただきました平塚佳輝学長、構想時のアドバイス、資料を貸していただきました本間毅先生、佐藤鉄也先生に深く感謝いたします。

また、お忙しい中、本研究の被験者としてご協力をくださった皆様にも深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Giles PD, Hensel KL, Pacchia CF, Smith ML. Suboccipital decompression enhances heart rate variability indices of cardiac control in healthy subjects. *J Altern Complement Med*. 2013 Feb;19(2):92-6. doi: 10.1089/acm.2011.0031. Epub 2012 Sep 20. PMID: 22994907; PMCID: PMC3576914.
- 2) Fornari, Mauro, Carnevali, Luca and Sgoifo, Andrea. Single Osteopathic Manipulative Therapy Session Dampens Acute Autonomic and Neuroendocrine Responses to Mental Stress in Healthy Male Participants. *Journal of Osteopathic Medicine*, vol. 117, no. 9, 2017, pp. 559-567. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2017.110> (CST)
- 3) Henley, CE, Ivins, D, Mills, M, Wen, FK, Benjamin, BA. Osteopathic manipulative treatment and its relationship to autonomic nervous system activity as demonstrated by heart rate variability: a repeated measures study. *Osteopath Med Prim Care* 2008;2:7. <https://doi.org/10.1186/1750-4732-2-7>. Search in Google Scholar
- 4) Curi, ACC, Maior Alves, AS, Silva, JG. Cardiac autonomic response after cranial technique of the fourth ventricle (CV4) compression in systemic hypertensive subjects. *J Bodyw Mov Ther* 2018;22:666–72. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.11.013>.
- 5) Sobocki J, Herman RM, Fraczek M. Occipital C1-C2 neuromodulation decreases body mass and fat stores and modifies activity of the autonomic nervous system in morbidly obese patients--a pilot study. *Obes Surg*. 2013 May;23(5):693-7. doi: 10.1007/s11695-012-0857-z. PMID: 23315095.
- 6) Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J*. 1996 Mar;17(3):354-81. PMID: 8737210.
- 7) Hayano J, Sakakibara Y, Yamada A, Yamada M, Mukai S, Fujinami T, Yokoyama K, Watanabe Y, Takata K. Accuracy of assessment of cardiac vagal tone by heart rate variability in normal subjects. *Am J Cardiol*. 1991 Jan 15;67(2):199-204. doi: 10.1016/0002-9149(91)90445-q. PMID: 1987723.
- 8) Kimberly P, Funk S. *Outline of Osteopathic Manipulative Procedures: The Kimberly Manual, Millennium Edition*. Marcelline, MO: Walsworth Publishing Co, 2000
- 9) 林博史(1999)心拍変動の臨床応用—生理的意義, 病態評価, 予後予測—(林博史). 医学書院, 東京.
- 10) 松村健太他(2016) スマートフォン式光電容積脈波測定法—日常生活中における有効利用へ向けて—. *生体医工学* 54(3):120-128
- 11) 雙田珠己他(2011) 仰臥位から座位への姿勢変換が自律神経系活動に及ぼす影響. 熊本大学教育学部紀要、自然科学第 60 号, 1-6
- 12) 中川千鶴(2016) 特集③人間工学のための計測手法 第 4 部: 生体電気現象その他の計測と解析(5) –自律神経系指標の計測と解析– *人間工学* Vol.52, No.1('16)
- 13) De Ridder B, Van Rompaey B, Kampen JK, Haine S, Dilles T. Smartphone Apps Using Photoplethysmography for Heart Rate Monitoring: Meta-Analysis. *JMIR Cardio*. 2018 Feb 27;2(1):e4. doi: 10.2196/cardio.8802. PMID: 31758768; PMCID: PMC6834218.
- 14) Plews DJ, Scott B, Altini M, Wood M, Kilding AE, Laursen PB. Comparison of Heart-Rate-Variability Recording With Smartphone Photoplethysmography, Polar H7 Chest Strap, and Electrocardiography. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017 Nov 1;12(10):1324-1328. doi: 10.1123/ijsp.2016-0668. Epub 2017 Dec 22. PMID: 28290720.

- 15) Comparison of Polar® RS800G3TM heart rate monitor with Polar® S810iTM and electrocardiogram to obtain the series of RR intervals and analysis of heart rate variability at rest. <https://doi.org/10.1111/cpf.12203>
- 16) Validity of the Polar V800 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00421-015-3303-9>
- 17) How accurate is pulse rate variability as an estimate of heart rate variability?: A review on studies comparing photoplethysmographic technology with an electrocardiogram. *International Journal of Cardiology*, 166(1), 15–29. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.03.119>
- 18) Dagleish, Ariana S., Kania, Adrienne M., Stauss, Harald M. and Jelen, Adrianna Z. Occipitoatlantal decompression and noninvasive vagus nerve stimulation slow conduction velocity through the atrioventricular node in healthy participants. *Journal of Osteopathic Medicine*, vol. 121, no. 4, 2021, pp. 349-359. <https://doi.org/10.1515/jom-2020-0213>
- 19) Ruffini N, D'Alessandro G, Mariani N, Pollastrelli A, Cardinali L, Cerritelli F. Variations of high frequency parameter of heart rate variability following osteopathic manipulative treatment in healthy subjects compared to control group and sham therapy: randomized controlled trial. *Front Neurosci*. 2015 Aug 4;9:272. doi: 10.3389/fnins.2015.00272. PMID: 26300719; PMCID: PMC4523739.

参加同意書

研究の目的

本研究は、後頭下を減圧するオステオパシー・テクニックが、自律神経/迷走神経に影響を及ぼす可能性について、心拍変動の指標を用いて検討することを目的とします。

研究の実施方法

(A) 後頭下に対するオステオパシー施術または(B)コントロール施術のいずれかを行います。

(A)、(B)のどちらを行うかは無作為に決定されるため、参加者が選択することはできず、どちらの施術が行われたかについて知らされることはありません。

施術の前後に、スマートフォンアプリを用いて心拍変動の測定を行います。

所要時間は全体で 30 分程度を予定しています。

プライバシーの保護

研究で得られたデータは卒業論文として公表される予定がありますが、個人情報が出ないように匿名化した上で行います。

参加について

本研究にご協力いただくかどうかの判断は、内容を十分に理解、納得した上で、自由意志で行なってください。何か不明な点があれば、遠慮なくご質問ください。

参加の同意は、一度同意書にサインを行なった後であっても、いつでも撤回することができます。

2021 年 月 日

署名: _____

問診表

氏名 _____

年齢: _____

性別 男・女

本日の体温: _____

現在、病院で治療を受けている (はい/いいえ)

現在、薬を服用している (はい/いいえ)

過去に事故や大きな怪我、手術をしたことがある (はい/いいえ)

はいの場合、詳細を記入 _____

現在または過去に以下の病気に罹ったことがある (はい/いいえ)

不整脈	重度高血圧(>200/120)	重度の動脈硬化、
脳動脈瘤	脳出血や脳卒中の既往	脳の悪性腫瘍
緑内障	てんかん	リウマチ性関節炎
骨粗鬆症	アーノルド・キアリ奇形	内臓移植

遺伝性疾患(エーラス・ダンロス症候群、ダウン症など)

頭部外傷(例:皮下血腫、頭蓋骨骨折、脳震とう、脳挫傷など)

髄膜炎などの感染症や出血性疾患(血友病など)

以上