#### 総 説

# カイロプラクティック施術の神経生理学的影響に関する検討

Study on neurophysiological effects of chiropractic treatment

小 倉 毅\*.\*\*\*\*・田 代 学\*・四月朔日聖一\*・マスッド·メヘディ\*・

Takeshi OGURA

Manabu TASHIRO

Shoichi WATANUKI

Mehedi MASUD

渋 谷 勝 彦\*\*・稲 見 暁 恵\*・三 宅 正 泰\*・平岡宏太良\*・

Katsuhiko SHIBUYA

Akie INAMI

Masayasu MIYAKE

Kotaro HIRAOKA

山口慶一郎\*,\*\*\*・谷内一彦\*,\*\*

Keiichiro YAMAGUCHI

Kazuhiko YANAI

要 旨: カイロプラクティック療法は、腰痛、頚部痛など筋骨格系症状を対象とする手技療法であり、世界各国で普及している。同療法を受診する患者の主訴は身体の痛みが最も多いが、我々は先端画像解析を用いて、疼痛軽減と関連すると思われる小脳虫部の糖代謝変化を報告した。また、先行研究により同療法の施術による自律神経系への影響も示唆されており、我々の研究でも自律神経機能と関連する脳部位の糖代謝変化を検出した。本検討がカイロプラクティック療法の施術に関する科学的根拠の解明に一部貢献するのではないかと考えるが、今後、同療法の更なる神経生理学的研究が望まれる。

ABSTRACT: Chiropractic treatment is now prevalent all over the world, and it is a type of the manual therapy for musculoskeletal disorders such as low back pain and neck pain. The chief complaint of chiropractic patients is mainly "pain" of the body. Our study utilizing analysis of advanced imaging revealed a change of glucose metabolism in the cerebellar vermis which may be related to the relief of pain. Many studies indicated effects of the treatment to the autonomic nervous system. Our study also revealed regional cerebral glucose metabolic changes that may be associated with the autonomic nervous function. We believe that this paper partially contribute to elucidate scientific basis of the chiropractic treatment. Further neurophysiological studies on the chiropractic treatment are desired.

Key Words: Chiropractic, FDG-PET study, Neurophysiology, Cerebral metabolism

## はじめに

カイロプラクティック療法は、1895年、米国においてDaniel David Palmerにより創始された腰痛、頚部痛など神経筋骨格系疾患を対象とする手技療法の一つであり、同療法の目的は、脊柱、骨盤、四肢の関節機能不全を改善することで、ヒトの本来持つ自然治癒力を高めることである『。現在、同療法は、世界保健機関(WHO)により代替医療の一つとして、鍼灸、指圧、マッサージなどと同様に分類され

ており<sup>2</sup>、米国をはじめとする25ヶ国以上でその教育、臨床に関する法整備がなされている。しかしながら、日本では同療法の普及が増大しているにもかかわらず、その法整備はなされていない。1980年代、旧厚生省により同療法に関する調査、検討が実施され、1991年、「三浦レポート」と呼ばれる検討結果が発表されたが、その中で同療法の効果に関し、施術者の主観的評価であり、科学的データを基にしたものではないと述べられている<sup>3</sup>。また、同レポートでは、カイロプラクティック療法に関する科学的研究の必要性も述べられている<sup>3</sup>。

カイロプラクティック療法は、神経筋骨格系疾患 の改善のみならず、自律神経系への影響も示唆され ている<sup>4-6</sup>。現在、同療法に関する研究は世界の国々 で実施されており、その症例報告や臨床に関する報

<sup>\*</sup> 東北大学サイクロトロンRIセンター・サイクロトロン核医学研究部

<sup>\*\*</sup> 東北大学機能薬理学分野

<sup>\*\*\*</sup> 仙台厚生病院先端画像医学センター

<sup>\*\*\*\*</sup> 日本カイロプラクティックドクター専門学院

告は多数存在する。しかしながら、同療法に関する神経生理学的影響を報告する先行研究は未だ少ないと思われる。特に、末梢部位への施術効果に関する報告は多いが、施術による中枢神経系への影響を報告した研究は少ない。実際、2009年、Lystadらは、カイロプラクティック研究における中枢神経系への影響を調べるための神経機能画像を用いた検討の必要性を述べているで、このような背景の下、本検討では、カイロプラクティック療法の神経生理学的影響を考察する。

# 痛みに対する影響

一般的に「痛み」というと、生理的な痛みを指す ことが多く、それは、侵害受容性の疼痛の事を示 し、組織の末梢に存在する末梢神経終末上の疼痛受 容器に対して刺激が加わることで末梢神経に侵害情 報が伝わり、その情報は大脳へと伝達されて「痛 み」という感覚が発生するとされている8。カイロ プラクティックが主に対象とする腰痛や頚部痛など はこの「痛み」の発生機序によるものと考えられ る。痛みの刺激を感じ取る感覚受容器は身体各部に 存在し、腰痛や頚部痛などは、筋、関節に分布する 受容器への刺激によるものではないかと考える。近 年、Kallakuriらは、組織学的研究において、頸椎椎 間関節包への神経線維の分布を報告し、その神経の 役割として疼痛受容の可能性を示唆している%カ イロプラクティック療法で施術の対象とする関節機 能不全は関節可動域減少による神経生理的変調とさ れているが、それは、関節可動域減少による関節 内圧が変化することで感覚受容器に刺激が加わるた めではないか思われる。そして、同療法の施術によ りこの刺激が軽減され、痛みの改善につながる可能 性が考えられるであろう。また、我々ヒトには下行 性疼痛制御系が存在し、それは痛みの感覚のみが選 択的に制御される系のことで、その痛みのコント ロールは脊髄後角で営まれており、鍼灸、カイロプ ラクティックなど代替療法によってその制御系が活 性化されると推測されている10)。

我々が実施した陽電子放射断層撮影法(Positron Emission Tomography: PET)を用いた、頚部痛を持つ12人の男性被験者に対する局所脳活動変化を調べた研究(18F-Fluorodeoxyglucose; FDG-PET研究)では、カイロプラクティック施術後に、疼痛受容の一部を担うと思われる小脳虫部の糖代謝低下を観察した(図1a、表 1)<sup>11</sup>。また、同研究では、被験者記入による疼痛スケール(VAS)スコアの評価を実施し、

施術後 > 休息後

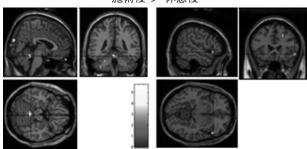


図1a 代謝低下

図1b 代謝亢進

図1 FDG-PET解析結果

p<0.001 多重比較補正無、Extent Threshold: 10 voxels Ogura T, et al. Alternative Therapies 2011; 17: 12-17. より

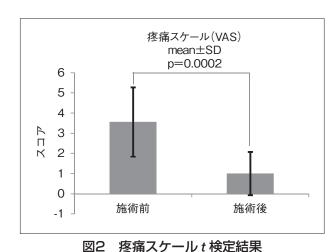
#### 表1 FDG-PET解析結果

	脳部位	coordinate			cluster	Z値	
		х, у	, z (n	nm)	Area (BA)		
代謝亢進	IPC	54	24	-8	47	19	3.82
	MTG	-48	-36	0	21	30	3.73
	ACC	22	24	38	32	10	3.48
代謝低下	CV	4	-42	-18		121	4.62
	VAC	4	-90	24	19	46	3.64

IPC=下前頭前野、MTG=中側頭回、ACC=前帯状回、CV=小脳虫部、VAC=視覚連合野

Ogura T, et al. Alternative Therapies 2011; 17: 12-17. より

施術後に有意なスコア減少がみられ(p=0.0002)(図 2)、FDG-PET解析結果とVASスコアとの間に正の相関が検出されている(p<0.005)<sup>11</sup>。Sacchetti らの研究をはじめとする複数の先行研究において身体の疼痛に対する小脳あるいは小脳虫部の賦活が報告されており  $12\sim17$ 、我々の研究結果である小脳虫部糖代謝低下は、カイロプラクティック施術後の疼痛軽減と何らかの関連があるものと考えられる。しかし、一方では、カイロプラクティック施術は瞬間的



Ogura T, et al. Alternative Therapies 2011; 17: 12-17. より

ではあるが、患者の身体に外力(刺激)を加えるわけであるから、その刺激そのものが痛みとして受け入れられる可能性も考慮すべきであろう。

## 自律神経系への影響

カイロプラクティック療法の自律神経系への影響 に関する研究は少ない。Pickerは、脊柱関節機能不 全による自律神経系への影響を示唆しい、脊椎矯正 による心拍変動(Heart Rate Variability: HRV)分析 結果の変化を報告している<sup>4.5.18</sup>。2006年、Budgell らは、28人の健常被験者に対し胸椎マニピュレーシ ョン後と偽マニピュレーション後のHRV解析を実 施し、その結果、胸椎マニピュレーション後に有意 なHRV変化が検出されている<sup>18</sup>。HRV解析結果は自 律神経機能を反映するといわれており4、これらの 研究結果は、カイロプラクティック施術による自律 神経系への影響と考えられる。我々のカイロプラク ティックFDG-PET研究においてもHRV解析を実施 した。その結果、交感神経、副交感神経活動を反 映するといわれる標準化低周波(Normalized Low Frequency: nLF) 上昇傾向と副交感神経活動を反 映するといわれる標準化高周波(Normalized High Frequency: nHF) 低下傾向は観察されたものの、統 計学的には有意な変化ではないものであった。前述 のBudgellらの研究とは違った結果であったが、そ れは、実験プロトコールの相違によるものであろう と考える。Budgellらは胸椎マニピュレーション前 後のHRV比較であったが、我々の実験では、FDG 投与後の安静閉眼時間を利用しHRV計測を行った、 休息後とカイロプラクティック施術後との比較であ り、また、肘部への注射やPET撮像など、彼らの研 究と比較すると実験プロトコールが複雑なものであ った。

他の代替療法の自律神経系への影響を調べたFDG-PET研究は、鍼治療やアロマセラピーなどが存在する。鍼治療研究では、機能性消化不良症患者に対するFDG-PETを用いた研究において、施術後、消化器自律神経系と関連する脳部位に糖代謝変化を報告し<sup>19</sup>、アロマセラピー研究では、ラベンダー香料嗅覚刺激によるHRV変化及びFDG-PET解析におけるリラクゼーション効果とみられる脳部位の糖代謝変化が報告されている<sup>20</sup>。

我々のカイロプラクティック療法に関するFDG-PET研究では、休息後と比較して、施術後に小脳虫部の糖代謝低下及び前帯状回、下前頭前野における糖代謝亢進が検出された(図1b、表 1)<sup>11</sup>。小脳虫部

は、自律神経反応に関与すると報告されており $^{12-17}$ 、前帯状回は自律神経反応の発生に関与するといわれている $^{21-22}$ 。また、先行研究により、同部位はリラックス状態で賦活すると報告されている $^{22}$ 。下前頭前野を含む外側前頭前野領域は、休息時との比較において認識課題を行うと不活性化するとの報告があり $^{23-24}$ 、言い換えると、同部位は休息時(リラックス状態)で賦活することが考えられる。また、同研究では、唾液中アミラーゼ値を計測し、休息後との比較において、カイロプラクティック施術後に計測値の有意な低下がみられた(p=0.04)(図 $^{3}$ ) $^{11}$ 。近年、精神的ストレスに関する研究では唾液中アミラーゼ値計測が重要視されており $^{25}$ 、精神的ストレスが高い状態における唾液中アミラーゼ値の上昇が報告されている $^{25}$ 、26)。加えて、我々は、被験者記

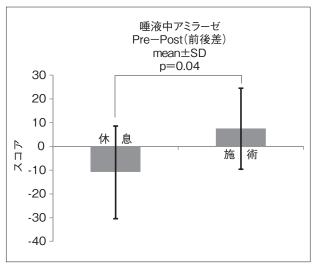


図3 唾液中アミラーゼ値 t 検定結果 Ogura T, et al. Alternative Therapies 2011; 17: 12-17. より

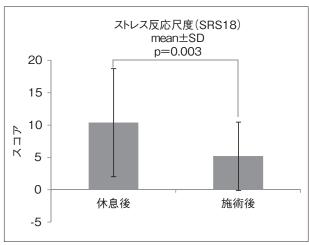


図4 ストレス反応尺度 (SRS-18) t 検定結果 Ogura T, et al. Alternative Therapies 2011; 17: 12-17. より

入によるストレス反応尺度(Stress Response Scale: SRS-18)を採用し、施術後の有意なスコア減少がみられた(p=0.003)(図4)<sup>11</sup>。カイロプラクティック療法の自律神経系への影響を調べた報告は数少ないが、これら研究結果により、同療法施術による患者の精神的リラクゼーション効果の可能性及び施術による自律神経機能変化の可能性が期待できるであろう。

# 中枢神経系への影響

カイロプラクティック療法の中枢神経系への影響 を調べた神経画像研究はきわめて少ない。我々の知 るところでは、唯一、頚椎マニピュレーションによ る副作用の関するものであった。Cagnieらは、単 一光子放出型コンピューター断層撮影法(Single Photon Emission Computed Tomography: SPECT) を用いて頸椎マニピュレーション後の局所脳血流変 化を検討した。その結果として、施術後の小脳にお ける血流低下を報告し、施術後患者に時折みられる 頭痛、めまい、吐き気は、この血流低下によるもの であろうと述べている27。この血流低下は、頸椎マ ニピュレーションによる椎骨動脈への刺激が一時的 な同血管の損傷を伴わない血管のスパズムが原因で はないかと述べられている27。小脳は、椎骨脳底動 脈系から血液供給を受けるため、椎骨動脈の血管ス パズムはその末梢部への血流低下が起こる可能性が あるということであろう。頸椎に対するマニピュ レーション手技には頸椎回旋、側屈、伸展を伴うも のがあり、その手技において頸椎回旋、伸展が大き く伴うと椎骨動脈の一時的狭窄が起こる可能性があ るのも事実である。

カイロプラクティック施術によるFDG-PETを使用し局所脳糖代謝変化を調べた研究は我々のものが初めてであると思われる。この研究で使用された脊椎マニピュレーションの手法はActivator Methods (AM)と呼ばれ、頸椎矯正時は中立位(頸椎回旋、伸展、側屈を伴わない腹臥位)でActivatorと呼ばれる矯正器具(図5)を用いて行われたため、前述の椎骨動脈への影響は考えられない。同研究では、被験者休息後との比較において施術後の有意な局所脳糖代謝変化を検出した<sup>11</sup>。それは、前述の通り、施術後にみられた小脳虫部の糖代謝低下及び前帯状回、下前頭前野の糖代謝亢進である(図1ab、表1)<sup>11</sup>。これら糖代謝変化は疼痛、自律神経系、精神的リラクゼーションと関連すると考えられている脳部位である<sup>11</sup>。この研究は、被験者数12人という比較的少

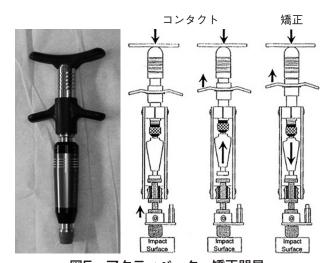


図5 アクティベーター矯正器具 矯正部位に器具先端部をあて、グリップを握ることにより矯正する。 Fuhr AW. et al. J Manipulative Physiol Ther. 2005; 28: e1-e20.より

人数での研究ではあるが、カイロプラクティック施 術が中枢神経系への影響を有する可能性を示唆した ものと考えて良いであろう。

## まとめ

カイロプラクティック療法は、過去長年に渡り、 腰痛、頚部痛など筋骨格的症状のみならず様々な疾 患に有効であると提唱されてきたが、それは施術者 たちの経験による主観的なものが殆どであった。し かし、近代医療技術の発達に伴い世界各国で科学的 研究が行われ、その有用性が徐々に解明されつつあ る。本検討では、同療法の神経生理学的影響をいく つかの先行研究結果を含め考察した。

カイロプラクティック治療院の患者の主訴として 最も多い「痛み」に対する影響では、侵害受容性疼 痛に関する神経解剖生理学的理論として、椎間関節 包の侵害受容器分布の可能性や下行性疼痛制御系の 存在及び同療法によるその制御系の活性化の可能性 が考察できる。また、先端画像研究としてFDG-PETを用いた研究では、疼痛軽減と関連すると思わ れる脳部位の糖代謝変化が報告されている。自律神 経系への影響としては、同療法施術後における HRV変化、自律神経機能と関連すると思われる局 所脳糖代謝変化、及び施術による精神的リラクゼー ション効果と思われる報告がなされている。中枢神 経系への影響として、疼痛軽減、自律神経機能変 化、精神的リラクゼーション効果と関連すると思わ れる脳部位の糖代謝変化が報告されている。従っ て、本検討がカイロプラクティック療法の施術に関 する科学的根拠の解明に一部貢献するのではないか と考える。加えて、施術の副作用に関しては、頚椎マニピュレーション手技による椎骨動脈への刺激という危険性を伴う場合があることを忘れてはならない。今後、現在少ないといわれているカイロプラクティック療法の神経生理学的影響を調べる更なる研究を切望する。

#### 謝辞

本論文執筆にあたり、多大なご支援、ご協力をいただいた東北大学サイクロトロン核医学研究部、田代学先生をはじめ同研究部の皆様に深く感謝する。また、本論文執筆の機会を与えていただいた統合医療学会誌編集委員長、蒲原聖可先生に深く感謝する。

#### 文献

- 1) Jansen J. Chiropractic Theory, Application, and Practice, Kagaku-shinbunsha 1969; 3-17.
- 2) World health organization Kobe Centre. Traditional Medicine, Annual Report 2004; 24-26.
- 3) Miura Y, et al. Medical evaluations on a manual treatment of spinal diseases. Japanese Ministry of Welfare 1991
- 4) Eingorn AM, et al. Rationale for Effects of Manipulative therapy on autonomic tone by analysis of heart rate variability. J manipulative Physiolo Ther 1999; 22: 161-165.
- 5) Picker JG. Neurological effects of spinal manipulation, Spine J. 2002: Sep-Oct; 2 (5): 357-371.
- 6) Budgell BS. Relex effects of subluxation: the autonomic nervous system. J manipulative Physiolo Ther 2000; 23: 104-106.
- 7) Lystad RP. et al. Functional neuroimaging: a brief overview and feasibility for use in chiropractic research. J. Can Chiropr Assoc 2009; 53 (1): 59-72.
- 8) Sumitani M. Neurorehabilitation for complex regional pain syndrome. J. Society of Clinical Chiropractic 2011; 12: 13-20.
- 9) Kallakuri S. et al. Innervation of cervical ventral facet joint capsule: histological evidence. World J. Orthopedics 2012; 3 (2): 10-14.
- Yosimura M. Considering pain: Mechanisms for chronic pain based on physiological researches.
  J. Society of Clinical Chiropractic 2011; 12: 6-12.

- 11) Ogura T, et al. Cerebral metabolic changes in men after chiropractic spinal manipulation for neck pain. Alternative Therapies 2011; 17: 12-17.
- 12) Sacchetti B. et al. Cerebellum and emotional behavior. Neuroscience 2009; 162: 756-762.
- 13) Ploghaus A. et al. Learning about pain: the neural substrate of prediction error for aversive events. Proc Natl Acad Sci USA 2000; 97: 9281-9286.
- 14) Ploghaus A. et al. Dissociating pain from its anticipation in the human brain. Science 1999; 284: 1979-1981.
- 15) Shiraishi S. et al. Cerebral glucose metabolism change in patients with complex regional pain syndrome: a PET study. Radiat Med 2006; 24: 335-344.
- 16) Peyron R. et al. Functional imaging of brain response to pain: a review and meta-analysis. Neurophysiol Clin 2000; 30: 263-288.
- 17) Berntson GG. et Al. The paleocerebellum and the integration of behavioral function. Physiol Psychol 1982; 10: 2-12.
- 18) Budgell B. et al. The effects of thoracic manipulation on heart rate variability: a controlled crossover trial. J. Manipulative physiolo Thera. 2006; 29: 603-610.
- 19) Zeng F. et al. Brain areas involved in acupuncture treatment on functional dyspepsia patients: A PET-CT study. Neuroscience Letters 2009; 456: 6-10.
- 20) Duan X. et al. Autonomic nervous function and localization of cerebral activity during lavender aromatic immersion. Technology and Health Care 2007; 15: 69-78.
- 21) Critchley HD. et al. Human cingulate cortex and autonomic control: converging neuroimaging and clinical evidence. Brain 2003; 126: 2139-2152.
- 22) Oppenheimer SM. et al. Cardiovascular effects of human insular cortex stimulation. Neurology 1992; 42: 1727-1732.
- 23) Argembeau AD. et al. Self-referential reflective activity and its relationship with rest: a PET study. Neuroimage 2005; 25: 616-624.
- 24) Binder JR. et al. Conceptual processing during the conscious resting state: a functional MRI study. J Cogn Neurosci 1999; 11: 80-93.

- 25) Nater UM. et al. Salivary alpha-amylase as a noninvasive biomarker for the sympathetic nervous system: current state of research. Psychoneuroendocrinology 2009; 34: 486-496.
- 26) Chatterton Jr. RT. et al. Salivary alpha-amylase as a measure of endogenous adrenergic activity. Cli Physiol 1996; 16: 433-448.
- 27) Cagnie B. et al. Changes in cerebellar blood flow after manipulation of the cervical spine using Technetium 99M-Ethyl Cycteinate Dimmer. J manipulative Physiolo Ther 2005; 28: 103-107.

#### ▶著 者 略 歴◀

#### 小倉 毅

米国ライフカイロプラクティックカレッジウエスト卒業 (Doctor of Chiropractic取得)

東北大学大学院医学系研究科博士課程卒業(医学博士取得) 東北大学サイクロトロンRIセンター・サイクロトロン核医 学研究部 リサーチフェロー

日本カイロプラクティックドクター専門学院 学長

#### i 連絡先

〒984-0072 宮城県仙台市若林区東八番丁183

日本カイロプラクティックドクター専門学院仙

台校

TEL: 022-712-3440 FAX:022-712-3474 E-mail: oguradc.jcdc@tiara.ocn.ne.jp