

原著論文

腰痛刺激時の脳血流反応と性格傾向 －腰痛有無での検討－

田邊素子、庭野賀津子

東北福祉大学

要旨

腰痛の有無による腰痛刺激時の脳血流反応と性格傾向の関連を検討することを目的とした。対象は大学生50名（男女各25名）、腰痛の有無により2群に分けた。腰痛刺激は身体動作場面の提示で Harmful（腰痛に影響する）、Harmless（腰痛に影響しない）の2条件とした。脳血流反応は、fNIRS装置でPFC領域のoxyHb（mM/mm）を計測した。性格傾向は、NEO-PI-Rを用い、N:神経症傾向、E:外向性、O:開放性、A:調和性、C:誠実性の5因子の得点を求めた。oxyHbと性格得点についてSpearmanの相関分析を行った。腰痛有群では、Harmful, HarmlessともA得点、C得点と負の相関がみられ、その部位はDLPFC, FP, OFCの領域であった。腰痛無群ではHarmless条件でFPにN得点と負の相関がみられた。Harmful条件では、腰痛があるものは、性格傾向と関連する脳血流反応がPFCの3領域でみられた。Harmless条件では、腰痛の有無に関わらず性格傾向と関連する脳血流反応がFPでみられた。

キーワード：慢性腰痛、機能的近赤外線分光法（fNIRS）、脳機能活動、ビッグファイブ理論、大学生

1. 背景

2020年、国際疼痛学会（IAPS）は痛みの定義について、「実際の組織損傷もしくは組織損傷が起こりうる状態に付随する、あるいはそれに似た、感覚かつ情動の不快な体験¹⁾」と再定義した。この新しい定義により、痛みは組織の損傷だけではなく、個人的な体験を含めることから、生物学的、心理的、社会的要因によってさまざまな程度で影響を受けるものと捉えることができる。また、IAPSの最新の「痛みの3つの機構分類」²⁾について、日本痛み関連学会連合用語委員会において、①侵害受容性疼痛、②神経障害性疼痛、③痛覚変調性疼痛との日本語訳³⁾が提案された。この中でも特に、痛覚変調性疼痛は、痛みを生じる複雑な状態を表す新しい概念として、今後定着してゆくものと思われる。

腰痛は生涯有訴率が高く人生の中で約8割のものが経験するといわれている。腰痛が遷延化する背景には、生物学的要因だけでなく心理社会的要因が影響すると指摘されている。前述の分類による痛覚変調性疼痛は、腰痛が長期化する要因について、急性期以降の心理社会的要因を含めた疼痛過程の複雑な機序を示すものとする。

慢性腰痛者の疼痛時の脳機能は健常者と異なることが知られている。熱刺激による腰痛時には健常者と同様に感覚野、島、視床など感覚に関わる部位が賦活するが、自発痛を感じている時の慢性腰痛者の賦活部位は内側前頭皮質、前部帯状回、扁桃体など情動と関連する部位が賦活される⁴⁾。自発痛を感じている時点では、感覚器に直接的な入力がないにも関わらず対象者が疼痛を感じている状態であり、慢性腰痛者において疼痛に関わる脳機能の特異性を示している。

医療場面では、質問紙で患者の性格傾向を評価するミネソタ多面人格目録（MMPI）や、近年、慢性痛

患者に対し、モーズレイ性格検査 (MPI) や TCI (Temperament and Character Inventory)⁵⁾、NEO-PI-R を使用し性格因子と症状との関係が検討されている。しかし、疼痛とパーソナリティを検討した長期的を対象としたレビュー論文では MMPI は「痛みの性格」を裏付ける証拠がないとされている⁶⁾。

慢性腰痛者の性格的な特徴を MPI にて検討した報告⁷⁾では、神経症傾向や内向性に着眼して、対象者を3つのタイプに分け分析している。神経症傾向や内向性のあるものは、痛みに対する不安や恐怖感が痛みを強くし慢性化する可能性があると考えられている。また集学的リハビリテーションの対応となった慢性腰痛患者グループについて NEO Personality Inventory -Revised (NEO-PI-R) で性格特性を同定した研究では、一般集団に比べ開放性は低く誠実性は高かったと報告されている⁸⁾。NEO-PI-R は、ビッグファイブ理論にもとづく人格テストであり、質問紙で240問の項目に答えた個人の人格特性を、神経症傾向 (N: Neuroticism)、外向性 (E: Extraversion)、開放性 (O: Openness)、調和性 (A: Agreeableness)、誠実性 (C: Conscientiousness) の5つの次元で捉えるものである。学術的にも国内および海外で広く使用されていることから⁹⁾、慢性腰痛の複雑な機序を検討する上で、個人の人格特性をより多数の次元で捉える NEO-PI-R の使用が妥当であると考えられる。疼痛感受性を高める予測因子として、5次元の人格特性の中でどの因子が強く影響するかを明らかにすることは、腰痛の長期化を予防するためのプライマリケアとして有意義である。

また、疼痛時の脳機能計測や、慢性腰痛患者の性格傾向について各々報告されているが、双方を関連させた検討はなされていない。痛みの定義に述べられている疼痛の情動的な側面を検討する上では、個人因子である性格傾向と脳機能計測の双方を組み合わせることで検討することが重要と考える。そこで、本研究の目的は、腰痛症状の有無により、腰痛刺激時の脳血流反応と性格傾向がどのように関連するのかを検討することである。

2. 方法

1) 研究対象者

医療系学科に所属する大学生50名 (内訳: 男女各25名、平均年齢 21.3 ± 0.7 歳) を対象とした。研究参加にあたり、研究内容および研究参加の任意性について十分な説明を行い書面にて参加の同意を得た。本研究は所属施設の研究倫理委員会にて審査され承認 (RS-I70201) を得てから実施した。

2) 腰痛症状の評価

腰痛評価は、日本語版 Pain DETECT⁶⁾ を使用した。「いま現在のあなたの痛みはどの程度ですか (現在の痛み)」、「過去4週間で最も激しい痛みはどの程度でしたか (過去4週間最大の痛み)」、「過去4週間の痛みの平均レベルはどの程度ですか (過去4週間平均の痛み)」の3項目について、対象者は0 (全くない) - 10 (最大) の11段階の Numerical rating scale (NRS) にて評価した。また、現在の痛み0: 腰痛無群、現在の痛み: 1以上のものを腰痛有群、とし腰痛症状の有無により2群にわけた。

3) 性格傾向の評価

個人因子である性格傾向を評価するため、NEO-PI-R 日本語版⁹⁾ を使用した。ビッグファイブ理論にもとづく人格テストであり240項目の質問に0 (全くそうでない) - 4 (非常にそうだ) の5段階で回答し、性格因子を、神経症傾向 (N: Neuroticism)、外向性 (E: Extraversion)、開放性 (O: Openness)、調和性 (A: Agreeableness)、誠実性 (C: Conscientiousness) の5次元でとらえるものである。各次元の得点は0 - 159点の範囲である。神経症傾向は人格尺度で広く浸透している。神経症傾向の高いものは、恐怖や悲しみ、怒り、困惑などを感じやすい。外向性が高いものは活動的で社会的、快活な傾向がある。開放性は積極的な創造性が含まれ、開放性が高いものは知的好奇心が高く生活の経験が豊かである。調和性が高

いものは同情的であり、他者へ援助に熱心で、社会的に好ましいとされる。誠実性の高いものは目的をもち意志が強く、学業や職業の達成と関連するがワーカホリックな一面もある。腰痛症状の長期化を予測因子として、性格傾向の5因子の特徴とともに、先行研究⁸⁾を参考に、ワーカホリックというネガティブ面と関連する誠実性 (C)、慢性腰痛は抑うつと関連する報告もあることから神経症傾向 (N) の2因子を主に着目することとする。

4) 脳血流反応の計測

脳血流反応の計測は、静かな環境の個室で行い、対象者はリクライニング式椅子に安楽な姿勢で座った (Fig.1)。脳血流反応は fNIRS 装置 (ETG-4000、日立メディコ) を使用し、前頭部から側頭部にかけて52チャンネル用の計測ホルダーを装着した。計測ホルダーは、最下列のプロローブが国際10-20法の Fp1-Fp2 ライン上に位置するよう配置した。本装置では、酸素化ヘモグロビン濃度変化 (oxyHb)、脱酸素化ヘモグロビン濃度変化 (deoxyHb)、総ヘモグロビン濃度変化 (totalHb) の3項目が計測可能であるが、今回は脳活動と関連がある oxyHb 濃度変化量 (mM・mm) を測定指標とした。脳血流反応の関心領域を、背外側前頭前皮質 (Dorsolateral prefrontal cortex : DLPFC)、前頭極 (Frontopolar area : FP)、眼窩前頭前皮質 (Orbitofrontal cortex : OFC) の3領域とした。52チャンネル解剖学部位は先行研究¹¹⁾を参考にし、前述の関心領域にかかる19チャンネルを解析の対象とした。

脳血流反応の計測デザインは、レスト30秒、タスク20秒のブロックデザインを使用した¹²⁾。レストは黒地に固視点、タスクとして、腰痛を喚起する日常生活上の身体動作場面を Harmful 条件、腰痛に影響しない身体動作場面を Harmless 条件とし、各々2条件のビデオクリップを使用した。対象者は計測中、前方に設置した液晶モニターを注視するよう教示された。

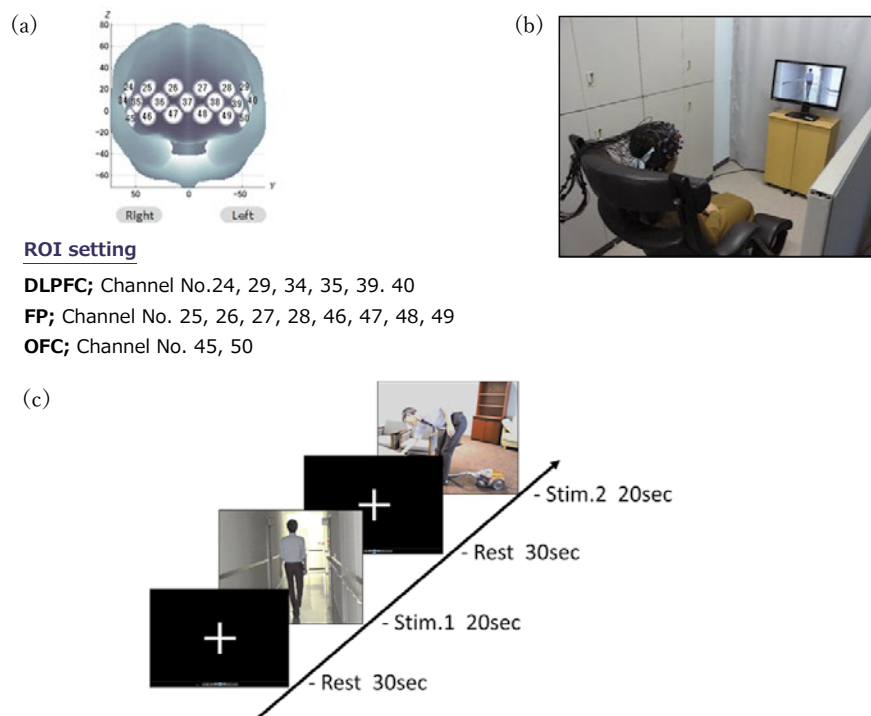


Fig. 1 fNIRS 計測の方法

注) (a) 計測チャンネルと関心領域 (ROI) の設定: 図中の番号は計測チャンネルを示す。各チャンネルの領域は Tsuzuki D, Dan I, et. al. 2007を参考にした。

(b) 脳血流反応計測の計測場面を示す。腰痛刺激はモニターにて提示した。

(c) 計測デザイン: レスト30sec、タスク20secのブロックデザインを示す。

5) 統計解析

腰痛評価およびNEO-PI-Rの各因子の得点について、平均値（標準偏差）を算出した。fNIRS装置で計測したoxyHb値について、NEO-PI-Rの各因子の得点とSpearmanの相関分析を行った。有意水準5%未満を統計学的有意とした。

3. 結果

1) 腰痛評価

腰痛評価の結果について、腰痛有群では、「現在の痛み」が2.38、「過去4週間最大の痛み」が4.29、「過去4週間平均の痛み」は2.47であった（Table.1）。

Table 1 腰痛評価の結果

| 疼痛種別 | 腰痛有群 (n=24) | | 腰痛無群 (n=26) | |
|-------------|-------------|------|-------------|------|
| | Mean | S.D. | Mean | S.D. |
| 現在の痛み | 2.38 | 1.28 | 0 | 0.0 |
| 過去4週間 最大の痛み | 4.29 | 1.99 | 0.92 | 1.38 |
| 過去4週間 平均の痛み | 2.47 | 1.37 | 0.42 | 0.70 |

注) 痛みの程度について0～10までの11段階で評価し、腰痛有無の各グループの平均値を算出した。

2) 性格傾向の得点

性格傾向の5次元の得点について、腰痛有群、腰痛無群の得点について平均値（標準偏差）をTable.2に示す。2群とも各因子とも、先行研究の日本人大学生の標本集団の平均点と近似した得点であった。

Table 2 NEO-PI-Rの記述統計量

| Factor | 腰痛有群 (n=24) | | 腰痛無群 (n=26) | |
|----------|-------------|------|-------------|------|
| | Mean | S.D. | Mean | S.D. |
| N: 神経症傾向 | 110.0 | 19.1 | 111.3 | 18.7 |
| E: 外向性 | 105.5 | 23.2 | 105.7 | 17.4 |
| O: 開放性 | 115.2 | 13.4 | 113.7 | 16.1 |
| A: 調和性 | 114.1 | 13.8 | 112.2 | 12.7 |
| C: 誠実性 | 92.3 | 19.0 | 94.3 | 18.2 |

注) NEO-PI-Rの5つの因子について、腰痛有無の各グループの平均値を算出した。

3) 脳血流反応と性格傾向の相関について

腰痛有群において、Spearmanの相関分析の結果、Harmful条件時、DLPFC、FP、OFCの3領域（10箇所）にて、oxyHbと誠実性（C）得点と有意な負の相関がみられた（ $p < .05$ ）（Fig.2）

また、腰痛有群においては、DLPFC、FP、OFCの各領域（12箇所）にて、oxyHbと誠実性（C）得点と有意な負の相関がみられた（ $p < .05$ ）、またDLPFC、FP、OFCの各領域（8箇所）にて、oxyHbと調和性（A）得点と有意な負の相関がみられた（ $p < .05$ ）（Fig.3）

腰痛無群では、Harmless条件時、FP領域（7箇所）にoxyHbと神経症傾向得点で有意な負の相関がみられた（ $p < .05$ ）（Fig.4）。

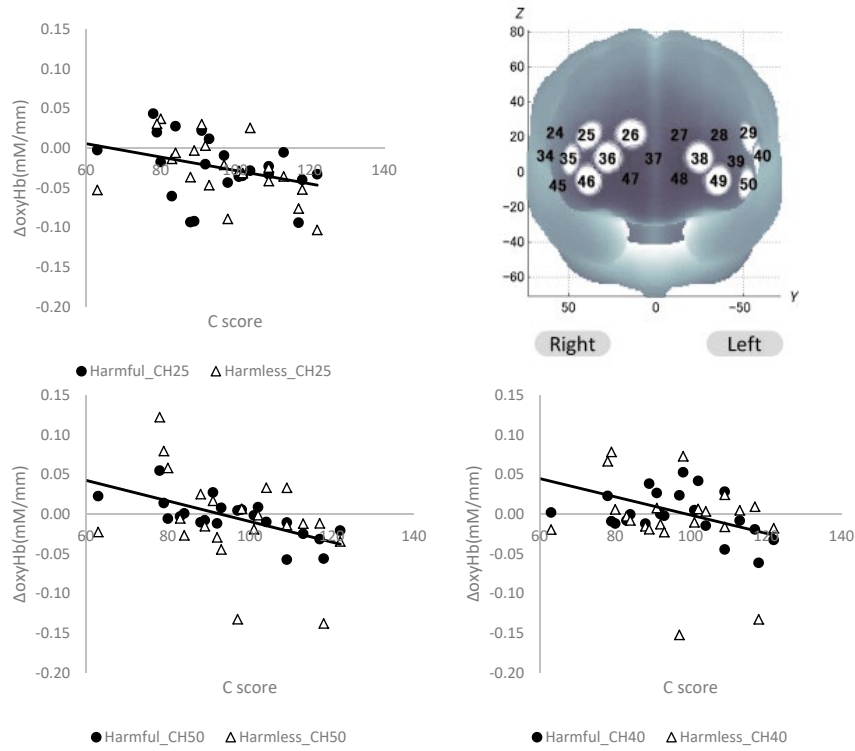


Fig. 2 腰痛有群における脳血流反応と性格傾向：Harmful 条件

注) Harmful 条件時、DLPFC, FP, OFC の領域 (10箇所) にて、oxyHb と誠実性 (C) 得点と有意な負の相関がみられた (CH25: $\rho = -.489$, CH40: $\rho = -.468$, CH50: $\rho = -.765$, $p < .05$)。

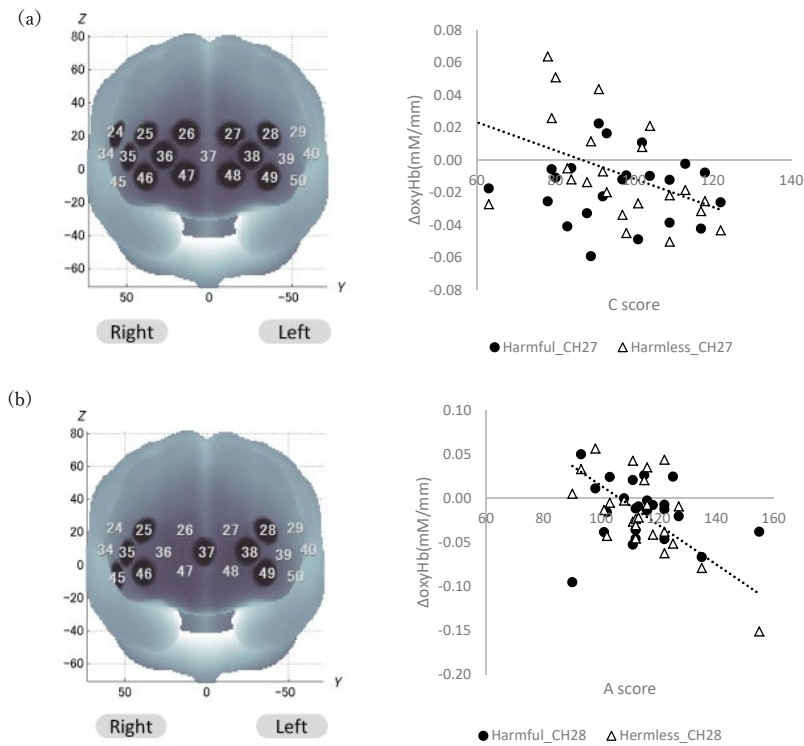


Fig. 3 腰痛有群における脳血流反応と性格傾向：Harmless 条件

注) (a) 腰痛有群において、DLPFC, FP, OFC の各領域 (12箇所) にて、oxyHb と誠実性 (C) 得点と有意な負の相関がみられた ($p < .05$)。図の右はチャンネル27と C 得点の相関 ($\rho = -.418$) を示す。(b) 腰痛有群において、DLPFC, FP, OFC の各領域 (8箇所) にて、oxyHb と調和性 (A) 得点と有意な負の相関がみられた ($p < .05$)。図の右はチャンネル28と A 得点の相関 ($\rho = -.400$) を示す。

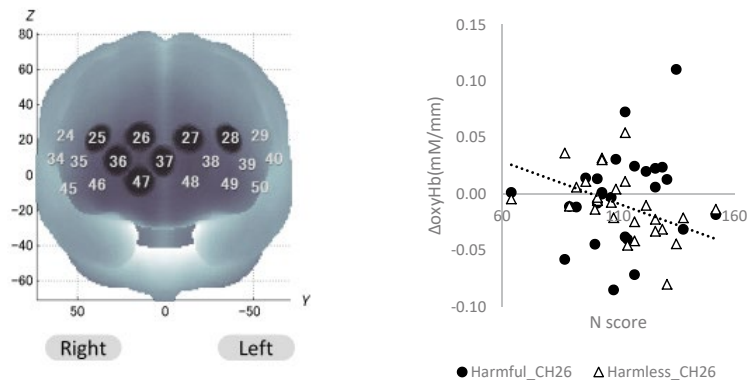


Fig. 4 腰痛無群における脳血流反応と性格傾向：Harmless条件
 注) Harmless条件時、腰痛無群では、FP領域（7箇所）にoxyHbと神経症傾向得点で有意な負の相関がみられた（CH26: $\rho = -.637, p < .05$ ）。

4. 考察

本研究は、腰痛有無により、腰痛刺激時の脳血流反応と性格傾向との関連を検討した研究である。腰痛は、ヒトで有訴率の高い疼痛疾患であるが、痛みの主観的な側面を心理的指標及び脳機能計測で明らかにすることにより慢性腰痛の疼痛機構について脳機能および性格傾向の視点から明らかにすることに意義があると考えられる。

腰痛評価については、腰痛有群において、現在の腰痛が0-10段階のうち平均が2.38であり、腰痛症状としては軽度な集団であると考えられる。腰痛の有病率は中高年以降に増加することや職業性腰痛など就業の影響¹³⁾があることから、就職前であることや若年成人であることが要因と考える。

また性格傾向の5因子の各得点の平均値については、先行研究の大学生集団⁹⁾と近似した値を示していた。今回の対象者集団は一般的な大学生と性格傾向が平均的な集団であると捉えることができる。

脳血流反応と性格傾向の相関では、腰痛有群では、腰痛に影響するHarmful条件で、誠実性(C)得点とDLPFC、FP、OFCの3領域の複数のチャンネルで有意な負の相関がみられた。このことは腰痛者で誠実性傾向のあるものは、有害な刺激に対し脳賦活が活性化していないといえる。誠実性の高さは、学業成就など高い目的意識をもつが、反面、痛みに対し表出しない我慢強い性格ともいえる。有意な負の相関があった脳の部位のうちDLPFCは、情動に関連する扁桃体や帯状回と神経線維連絡があるが、腰痛刺激に対し情動と関連して脳反応が抑制的であった可能性が考えられる。また腰痛有群では、Harmless条件においても3領域のチャンネルにおいて誠実性および調和性得点と有意な負の相関がみられた。この点については、腰痛のあるものは、誠実性との関係では、日常生活の動作について腰痛に影響する場面で提示した持ち上げ動作や中腰姿勢だけでなく、歩行、階段といった腰痛に一旦影響しない動作場面についても反応を抑える傾向があることを示している。しかし、調和性との相関の解釈とともに、Harmless条件について今回の大学生集団では結論は出せず、より腰痛症状の重度な対象者でも同様の傾向があるかどうか検討が必要と思われる。

腰痛無群では、Harmless条件でFP領域に神経症(N)得点と有意な負の関連があった。腰痛症状がないものでは、神経症傾向が高くても、腰痛に影響しない動作場面を無害と捉え、動作への恐怖心や不安などを感ぜず、脳反応が抑えられたのかもしれない。相関がみられた部位はFP領域であり、高次の認知コントロールを行う部位である。無害な刺激に反応しなかった可能性が考えられる。

今回の結果より、腰痛刺激時の脳血流反応と性格傾向の関連では、誠実性(C)の性格因子が腰痛症状の長期化の因子の1つである可能性が考えられる。痛みに対する我慢強さが、長期的に腰痛体験の繰り返

しにつながった可能性が考えられる。一方、腰痛症状のあるものの無害な刺激に対する調和性との関連については今後の検討と考える。慢性腰痛と関連のある抑うつと関係の深い性格因子である神経症傾向（N）については、腰痛症状のないものでは、神経症傾向の高さは、腰痛無害な刺激では脳血流反応と関連しないことが示唆された。本研究は腰痛症状が比較的軽症な若年成人での検討であることから、今後腰痛症状がある程度強い集団において、性格傾向と脳血流反応の計測を行うとともに経時的な測定を行うことで、腰痛症状の長期化について因果関係を含めた予後予測因子を検討する必要があると考える。

5. 結語

腰痛に関連する刺激呈示時の脳血流反応と性格傾向の関連を腰痛症状の有無による対象者で検討した。腰痛を持っているものは、特定の性格傾向と脳血流反応が抑制的な関連があることが示唆された。今回の結果は、腰痛症状とその疼痛機構を考えるとときに脳機能的な側面と個人因子である性格傾向の資料として有益となる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費21K11316の助成を受けたものです。

引用文献

- 1) Raja, S.N., et al. "The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises" *Pain*. **161**, 1976-1982. 2020, doi: 10.1097/j.pain.0000000000001939.
- 2) Kosek, E., Cohen, M., Baron, R., et al. "Do we need a third mechanistic descriptor for chronic pain states?" *Pain*. **157**, 1382-1386, 2016. doi: 10.1097/j.pain.0000000000000507.
- 3) 日本痛み関連学会連合. Nociceptive pain の日本語訳について. <https://upra-jpn.org/archives/432> 2021 (閲覧日: 2022年2月10日)
- 4) Baliki, M.N., Chialvo, D.R., Geha, P.Y., et al. "Chronic pain and the emotional brain: specific brain activity associated with spontaneous fluctuations of intensity of chronic back pain." *J Neurosci*. **47**, 12165-73, 2006
- 5) 赤瀬川豊、武田龍一郎、長友慶子、他. 「Temperament and Character Inventory (TCI) を用いたうつ病・慢性疼痛併存患者におけるパーソナリティプロフィールの検討」『精神医学』 **55**, 645-651, 2013
- 6) Naylor, B., Boag, S., & Gustin, S. M. "New evidence for a pain personality? A critical review of the last 120 years of pain and personality." *Scandinavian journal of pain*, **17**, 58-67, 2017
- 7) 笠井裕一、荒木健太郎、竹上健次、他. 「慢性腰痛者の性格的特徴」『骨・関節・靭帯』 **16**, 829-834, 2003
- 8) Ibrahim, M. E., Weber, K., Courvoisier, D. S., & Genevay, S. "Big Five Personality Traits and Disabling Chronic Low Back Pain: Association with Fear-Avoidance, Anxious and Depressive Moods." *Journal of pain research*, **13**, 745-754, 2020
- 9) 下仲順子・中里克治・権藤恭之・高山 緑『日本版 NEO-PI-R NEO-FFI 使用マニュアル改訂増補版』東京心理株式会社, 2011
- 10) Matsubayashi, Y., Takeshita, K., Sumitani, M., et al. "Validity and Reliability of the Japanese Version of the painDETECT Questionnaire: A Multicenter Observational Study." *PLoS One*, **8**, e68013, 2013
- 11) Tsuzuki, D., Jurcak, V., Singh, A.K., Okamoto, M., Watanabe, E., Dan, I. "Virtual spatial registration

of stand-alone fNIRS data to MNI space.” *Neuroimage* **34**, 1506-1518, 2007. PMID: 17207638

- 12) 田邊素子、庭野賀津子、佐藤洋介、鈴木堅二. 「腰痛に関連する脳活動と抑うつ傾向との関連」『感性福祉研究所年報』 **19**, 141-147, 2018
- 13) 松平 浩、磯村達也、岡崎裕司、他. 「日本人勤労者を対象とした腰痛疫学研究」『日本職業・災害医学学会誌』 **63**, 329-336, 2015