

令和 4 年 6 月 4 日現在

機関番号：33111

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03987

研究課題名（和文）遅発性筋痛の神経・分子機構解明とその理学療法効果の実証

研究課題名（英文）Neural and molecular mechanisms underlying delayed onset muscle soreness and its physical therapy

研究代表者

田口 徹（Taguchi, Toru）

新潟医療福祉大学・リハビリテーション学部・教授

研究者番号：90464156

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では遅発性筋痛の末梢神経・分子機構の解明を試みた。モデルラットを用いた電気生理学解析より、遅発性筋痛には筋C線維に加え、A δ 線維の機械感受性増大が関与し、この過程において、細径線維受容器終末に発現する酸感受性イオンチャンネル（ASIC3）が関与することがわかった。また、行動薬理実験より遅発性筋痛の機械痛覚過敏におけるTRPA1の関与も明らかにした。さらに、ヒト腰部筋の遅発性筋痛モデルを確立した。これらの成果は遅発性筋痛の治療や予防につながる臨床的・基礎的知見として重要であると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

遅発性筋痛（いわゆる運動後の筋肉痛）は誰もが経験のある身近な痛みであり、患者・高齢者・労働者・アスリートなど、多くの人々の日常動作や運動習慣を制限する。そのため、超高齢化の中で健康長寿を目指す本邦において、とりわけ重要な社会的課題である。本研究では遅発性筋痛のメカニズムの一端を神経・分子レベルで解明することができた。また、脊柱起立筋への伸張性収縮負荷による広範囲かつ体系的な圧痛閾値ヒートマップの作製により、ヒト腰部筋の遅発性筋痛モデルを確立した。これらの成果は遅発性筋痛の基礎・臨床に役立ち、その創薬や予防法の確立に繋がる有用な知見であるとして期待できる。

研究成果の概要（英文）：In the present study, we tried to elucidate the molecular and peripheral neural mechanisms of delayed onset muscle soreness (i.e., muscle pain after exercise or DOMS). Electrophysiological analysis revealed that mechanical responses of A-delta fibers in the muscle, as well as C-fibers, were facilitated, and that acid-sensing ion channel 3 expressed in the thin-fiber receptor terminals contributed to the nociceptive sensitization in a rat model of DOMS. In addition, we demonstrated the involvement of transient receptor potential ankyrin 1 in the model. We further established human model of DOMS in the thoracolumbar area using wide and precise topographic mapping of pressure pain threshold of paraspinal muscles. These findings are important not only in clinical practice, but also in basic sciences, for the treatment and prevention of DOMS.

研究分野：疼痛生理学

キーワード：遅発性筋痛 痛み 筋・筋膜性疼痛 侵害受容 理学療法 TRPチャンネル 酸感受性イオンチャンネル 筋

1. 研究開始当初の背景

遅発性筋痛(いわゆる運動後の筋肉痛)は「運動後に遅れて生じ、数日間持続する骨格筋の痛み」と定義され、多くの人々の運動習慣やスポーツ選手の競技パフォーマンスを著しく制限する。そのため、遅発性筋痛のメカニズム解明や治療・予防法の確立は、運動を必要とする患者・高齢者・労働者・アスリートに恩恵をもたらすだけでなく、リハビリテーション/スポーツ医学領域の発展や医療費削減などの経済的なメリットが期待できる。遅発性筋痛の発症には古くより乳酸が関わるとされてきたが、遅発性筋痛と乳酸産生の時間経過が一致しないこと、遅発性筋痛を生じやすい伸張性収縮では他の収縮様式に比べて乳酸産生が少ないこと、遅発性筋痛モデルの筋痛覚神経の乳酸感受性に変化がないこと、乳酸が産生できない糖原病V型(McArdle病)患者でも遅発性筋痛を生じることなどの理由から現在では否定的である。申請者はこれまでに乳酸に代わる遅発性筋痛の新たなメカニズム解明に資する動物実験モデルを開発し(Taguchi et al., *J Physiol* 2005)、そのメカニズムの一端を解明してきた(Mizumura and Taguchi, *J Physiol Sci* 2016)。しかしながら、遅発性筋痛の神経機構の全容や痛覚過敏の発生に関わる物質的基盤の理解は十分になされていない。

また、ヒトを対象とした遅発性筋痛の臨床研究も1980年代より精力的に行われているものの、多くの研究は上肢や下肢筋を対象にしたものであり、腰部筋をターゲットにしたものは少ない。そのため、腰部筋に生じる遅発性筋痛の詳細は不明である。一般に、四肢筋に比べ腰部筋の痛みは広く、局在が悪いことを特徴とする。また、姿勢維持に関わる腰部筋(脊柱起立筋)はロコモーションに関わる四肢筋に比べ、遅筋の割合が高いことが知られている。しかしながら、腰部筋と四肢筋の機能的差異や筋線維タイプ組成の違いが遅発性筋痛発症の違いに及ぼす影響は良くわかっていない。

2. 研究の目的

- 1) 遅発性筋痛の動物モデル(ラット)を用い、その発症に関わる神経機構を解明し、その物質的基盤の一端を明らかにすること。
- 2) ヒト被験者を対象とし、胸腰部の圧痛閾値分布の変化を伸張性収縮運動負荷前後で広範囲、かつ体系的に調べ、その分布のヒートマップを作製する。これにより、筋機械痛覚過敏を呈する腰部の遅発性筋痛や筋・筋膜性疼痛モデルを確立すること。

3. 研究の方法

- 1) **遅発性筋痛モデルラットを用いた研究**: 我々の先行研究(Taguchi et al., *J Physiol* 2005)にならぬ、遅発性筋痛モデルラットを作製した。ラットをイソフルランで麻酔し、坐骨神経および総腓骨神経近傍に絶縁鉗電極を刺入した。坐骨神経から総腓骨神経に向けて、絶縁鉗電極の先端から電流刺激を与え、下腿伸筋群を収縮(背屈)させた。収縮と同時に足関節を底屈させ、伸張性収縮を負荷した。伸張性収縮は伸張速度: 200°/s、伸張範囲: 90°、反復回数: 50回とした。モデル作製の成否は、我々が独自に開発した筋機械逃避閾値測定による行動実験(痛覚テスト)にて確認した。遅発性筋痛の末梢神経機構を調べるため、単一神経記録法による電気生理学実験を実施した。伸張性収縮を負荷した長指伸筋とこれを支配する総腓骨神経からなる神経-筋の摘出標本作製した。筋の痛覚受容に関わる細径線維受容器のうち、伝導速度が2~10 m/sのA線維を同定した。同定した線維の一般的特性(自発放電、伝導速度、受容野の位置や大きさ)また、定量的機械刺激(294 mN/30 s)に対する反応閾値および反応の大きさ(発生した発動電位数)を記録・解析した。
- 2) **ヒト腰部筋の遅発性筋痛モデルの確立**: 健康男子大学生ボランティア24名(運動負荷なしの対照群[CTR群]: 12名、伸張性収縮負荷群[LC群]: 12名)を対象とした。腰背部への伸張性収縮負荷にはバックエクステンションベンチを用い、体幹が床面と平行になる開始位置から自重による体幹屈曲を誘導し、屈曲40度の位置で体幹を急速停止することで胸腰部脊柱起立筋群へ一過性の伸張性収縮を負荷した。2秒間かけて1回の体幹屈伸サイクルを実施した。屈伸サイクル30回を1セットとし、被験者が運動を継続できなくなる時点(オールアウト)まで反復した。各セット間に1分間のインターバルを設けた。安静伏臥位の被験者において、筋圧痛閾値の測定を実施した。測定にはプローブ先端面積: 1 cm²のゴム製チップを装着したFischerの圧痛計を用いた。測定部位は胸腰部の背筋群(脊柱起立筋群)とし、Th1, Th3, Th5, Th7, Th9, Th11, L1, L2, L3, L4, L5のそれぞれの椎体レベルにおいて、正中線から左右2 cmおよび4 cmの点で行った(つまり、11椎体レベル×左右4か所=44ポイント)。乱数発生処理により、44ポイントの測定部位をランダム化し、圧痛閾値が順序効果により影響を受けないようにした。1カ所あたりの測定回数は1回とし、伸張性収縮前日、24時間後、および48時間後に測定した。

4. 研究成果

1) 筋 A 線維の機械感受性増大を介した遅発性筋痛の末梢神経機構:

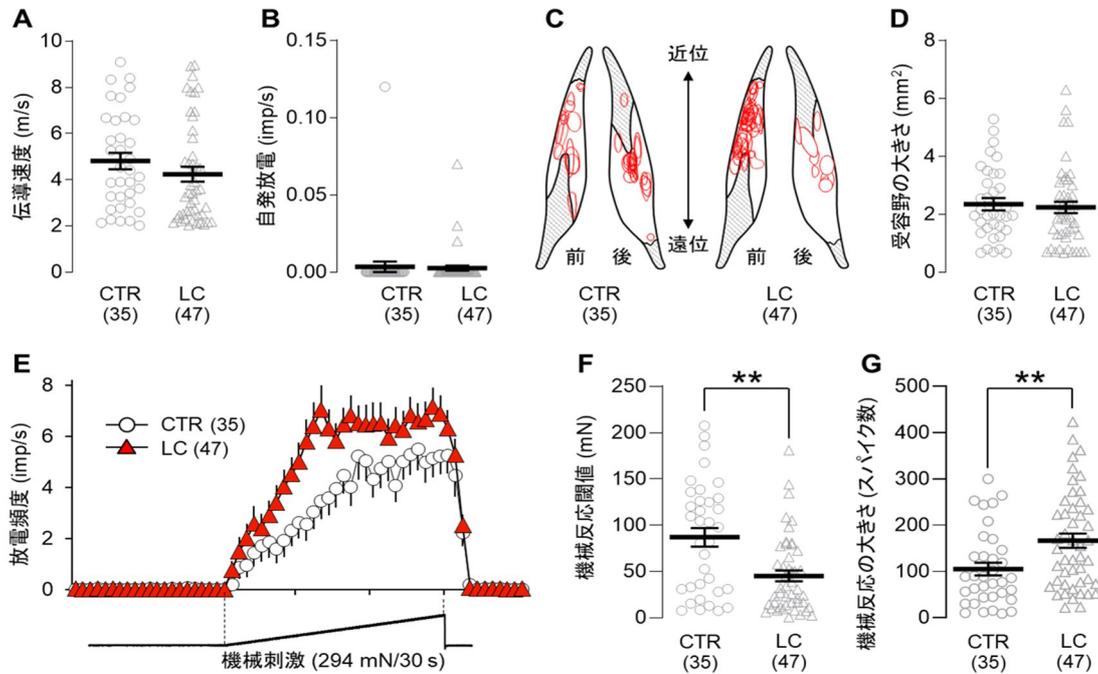


図1. 遅発性筋痛モデルラットにおける筋 A 線維の一般的特性と機械感受性の増大.

先行研究において遅発性筋痛の発症には筋侵害受容器である無髄 C 線維の機械感受性増大が関わることがわかっている。今回我々は C 線維に加え、遅発性筋痛モデルラットの有髄 A 線維の電気生理学的一般特性および定量的機械刺激に対する反応を調べた。その結果、対照群と比較し、遅発性筋痛モデルラットでは、A 線維の伝導速度、自発放電、受容野の位置や大きさに差はなかったものの(図 1A~D) 機械刺激に対する反応性が顕著に増大することがわかった(図 1E)。これを定量解析したところ、機械反応閾値が有意に低下し(図 1F) 反応の大きさ(刺激期間中に生じる活動電位数)は有意に増加した(図 1G)。このことから、筋 A 線維の機械感受性の増大が遅発性筋痛の機械痛覚過敏を発症する末梢神経機構に関わることがわかった。

2) ヒト腰部筋の遅発性筋痛モデルの確立:

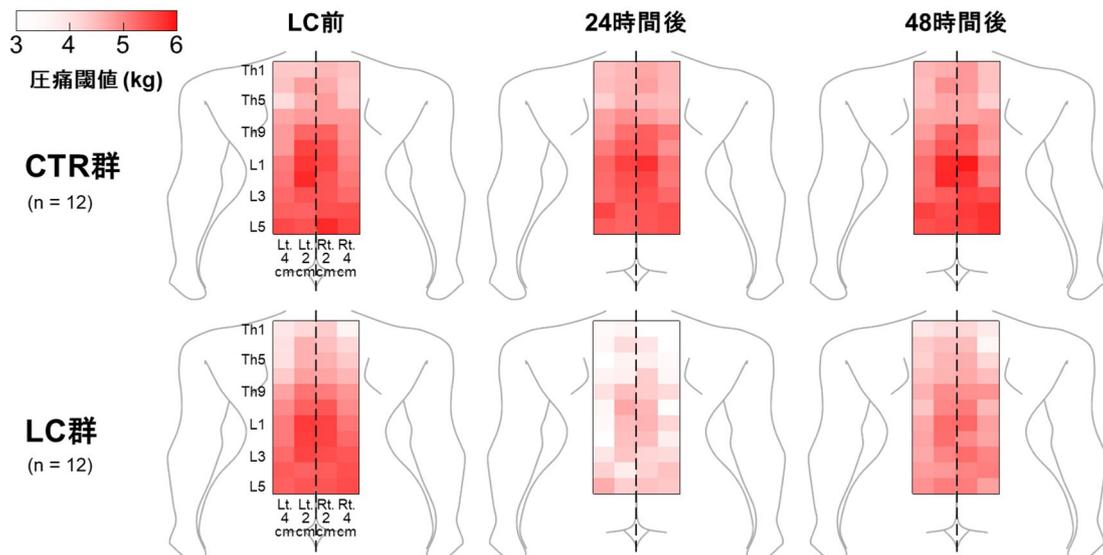


図2. 胸腰部脊柱起立筋群への伸張性収縮負荷による圧痛閾値ヒートマップ.

CTR 群では圧痛閾値の経時的变化はないものの、LC 24 時間後では胸腰部全体(特に Th9~L5)において顕著な圧痛閾値の低下がみられ、48 時間後には回復傾向をみとめた。このように、腰背部の広範囲かつ体系的な圧痛閾値測定により、伸張性収縮負荷による機械痛覚過敏の分布をヒートマップにて可視化することができた。この知見は、ヒトの遅発性筋痛や筋・筋膜性腰痛のメカニズム解明、また、治療法探索に有用な基礎研究モデルになると期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Ejiri Y, Uta D, Ota H, Mizumura K, Taguchi T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Nociceptive chemical hypersensitivity in the spinal cord of a rat reserpine-induced fibromyalgia model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.neures.2022.03.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Uta D, Tsuboshima K, Nishijo H, Mizumura K, Taguchi T.	4. 巻 479
2. 論文標題 Neuronal sensitization and synaptic facilitation in the superficial dorsal horn of a rat reserpine-induced pain model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neuroscience	6. 最初と最後の頁 125 ~ 139
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.neuroscience.2021.10.010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Ota H, Takebe H, Mizumura K, Taguchi T.	4. 巻 71
2. 論文標題 Responses of cutaneous C-fiber afferents and spinal microglia after hindlimb cast immobilization in rats	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physiological Sciences	6. 最初と最後の頁 19
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12576-021-00803-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Murase S, Kobayashi K, Nasu T, Kihara C, Taguchi T, Mizumura K.	4. 巻 599
2. 論文標題 Synergistic interaction of nerve growth factor and glial cell line derived neurotrophic factor in muscular mechanical hyperalgesia in rats	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physiology	6. 最初と最後の頁 1783 ~ 1798
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1113/JP280683	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miyahara K, Nishimaru H, Matsumoto J, Setogawa T, Taguchi T, Ono T, Nishijo H.	4. 巻 2
2. 論文標題 Involvement of parvalbumin-positive neurons in the development of hyperalgesia in a mouse model of fibromyalgia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Pain Research	6. 最初と最後の頁 627860
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpain.2021.627860	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Matsubara T, Hayashi K, Wakatsuki K, Abe M, Ozaki N, Yamanaka A, Mizumura K, Taguchi T	4. 巻 23
2. 論文標題 Thin-fiber receptors expressing acid-sensing ion channel 3 contribute to muscular mechanical hypersensitivity after exercise	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 European Journal of Pain	6. 最初と最後の頁 1801-1813
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejp.1454	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shimodaira T, Mikoshiba S, Taguchi T	4. 巻 14
2. 論文標題 Nonsteroidal anti-inflammatory drugs and acetaminophen ameliorate muscular mechanical hyperalgesia developed after lengthening contractions via cyclooxygenase-2 independent mechanisms in rats	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0224809
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0224809	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tsuboshima K, Urakawa S, Takamoto K, Taguchi T, Matsuda T, Sakai S, Mizumura K, Ono T, Nishijo H	4. 巻 128
2. 論文標題 Distinct effects of thermal treatments after lengthening contraction on mechanical hyperalgesia and exercise-induced physiological changes in the rat muscle	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 296-306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/jappphysiol.00355.2019	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wakatsuki K, Takeda-Uchimura Y, Matsubara T, Nasu T, Mizumura K, Taguchi T	4. 巻 -
2. 論文標題 Peripheral nociceptive mechanisms in an experimental rat model of fibromyalgia induced by repeated cold stress	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2019.12.015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田口徹	4. 巻 53
2. 論文標題 線維筋痛症. 1ページ講座: 理学療法関連用語 ~ 正しい意味がわかりますか?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 理学療法ジャーナル	6. 最初と最後の頁 389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田口徹	4. 巻 39
2. 論文標題 線維筋痛症について教えてください. ペイン・リハ実践: コモン・ディジーズQ&A. 特集: 実践! ペイン・リハ 慢性疼痛治療の変革	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Modern Physician	6. 最初と最後の頁 589-591
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計77件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 田口徹
2. 発表標題 筋・筋膜性疼痛の特徴とメカニズム
3. 学会等名 第55回日本ペインクリニック学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Taguchi T, Ota H, Takebe H
2. 発表標題 Unchanged nociceptor activities and activated spinal microglia in a rat pain model induced by persistent hindlimb immobilization
3. 学会等名 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ota H, Washizawa L, Hayashi K, Katanosaka Y, Katanosaka K, Kashio M, Tominaga M, Taguchi T, Mizumura K
2. 発表標題 Involvement of TRPA1 but not TRPV2 in rodent models of lengthening contraction-induced muscular mechanical hyperalgesia
3. 学会等名 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口徹
2. 発表標題 筋・筋膜性疼痛研究の最新トピックス
3. 学会等名 新潟リハビリテーション研究会9月定例勉強会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Katanosaka K, Taguchi T, Takatsu S, Mizumura K, Naruse K, Katanosaka Y
2. 発表標題 Involvement of transient receptor potential vanilloid 2 (TRPV2) in mechanical nociception of adult mice
3. 学会等名 The 4th International TRP Meeting (TRP2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ota H, Washizawa L, Hayashi K, Katanosaka Y, Katanosaka K, Kashio M, Tominaga M, Taguchi T, Mizumura K
2. 発表標題 TRPA1 contributes to lengthening contraction-induced muscular mechanical hyperalgesia
3. 学会等名 The 4th International TRP Meeting (TRP2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上創太, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 社会的敗北ストレスによる痛み感受性増大とその脊髄機構
3. 学会等名 第36回脳機能とリハビリテーション研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上創太, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 社会的敗北ストレスがもたらす痛みとその脊髄機構
3. 学会等名 第26回日本基礎理学療法学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田大樹, 大井理史, 田口徹
2. 発表標題 遅発性筋痛モデルラットの筋および筋膜における神経成長因子の発現定量
3. 学会等名 第26回日本基礎理学療法学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口徹, 片野坂友紀, 太田大樹, 片野坂公明.
2. 発表標題 細径線維受容器終末のTRPV2チャネルを介した機械痛覚の末梢神経機構
3. 学会等名 第26回日本基礎理学療法学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口徹
2. 発表標題 運動器疼痛の基礎～皮膚の痛みとは似て非なるものなり～
3. 学会等名 第26回日本基礎理学療法学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮原謙一郎, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 ラット前脛骨筋表層および深層での筋線維横断面積の組織学的比較
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮原謙一郎, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 線維筋痛症モデルラットの骨格筋における形態変化
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮原謙一郎, 坪島功幸, 西条寿夫, 田口徹
2. 発表標題 トレッドミル運動による線維筋痛症モデルマウスの抑うつ軽減効果
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口徹, 太田大樹
2. 発表標題 外耳内圧可変装置の開発と安全性の検討
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口徹, 若月康次, 片野坂公明, 太田大樹
2. 発表標題 線維筋痛症モデルラットの筋湿重量と神経栄養因子の発現変化
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口徹, 若月康次, 片野坂公明, 太田大樹
2. 発表標題 線維筋痛症モデルラットの下腿筋膜における神経栄養因子の発現変化
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口徹, 若月康次, 太田大樹
2. 発表標題 線維筋痛症モデルラットの筋侵害受容器応答の電気生理学的解析
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口徹, 歌大介, 坪島功幸, 西条寿夫
2. 発表標題 モノアミン枯渇による脊髄後角ニューロンの興奮性増大に対する抗うつ薬の効果
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口徹, Ulrich HOHEISEL, Siegfried MENSE
2. 発表標題 脊髄後角ニューロンの二重標識による腰部筋侵害受容の脳内投射の可視化
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梅津拓喜, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 線維筋痛症モデルラットにおける脊髄後角ミクログリアの活性化に対するトレッドミル運動の予防効果の検証
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大井理史, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 遅発性筋痛モデルラットの下腿筋膜における遺伝子発現の定量
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大井理史, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 遅発性筋痛モデルにおける機械受容チャネルTACANの発現
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋原拓海, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 線維筋痛症モデルラットに対するトレッドミル運動を用いた筋痛予防効果の行動学的検証
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 花田亘平, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 胸腰部傍脊柱起立筋群における圧痛閾値ヒートマップの作製
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 花田亘平, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 腰背部への伸張性収縮負荷によるヒト筋・筋膜性腰痛モデルの開発
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上創太, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 社会的敗北ストレスモデルラットへの化学的痛み刺激による脊髄後角ニューロンの興奮性増大
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 遅発性筋痛の骨格筋における神経成長因子の発現局在
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田大樹, 大井理史, 田口徹
2. 発表標題 遅発性筋痛発症因子の筋および筋膜における発現変化の部位差
3. 学会等名 第14回日本運動器疼痛学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口徹, 太田大樹
2. 発表標題 筋・筋膜性疼痛研究のアップデート
3. 学会等名 第14回日本運動器疼痛学会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田大樹, 大井理史, 片野坂公明, 田口徹
2. 発表標題 遅発性筋痛モデルラットにおける機械受容チャネルTACANの発現増大
3. 学会等名 第43回日本疼痛学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口徹, 太田大樹, 竹部陽菜
2. 発表標題 長期ギプス固定による不活動性疼痛モデルラットでは侵害受容器活動は変化せず脊髄ミクログリアが活性化する
3. 学会等名 第43回日本疼痛学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田大樹, 大井理史, 片野坂公明, 田口徹
2. 発表標題 遅発性筋痛モデルラットの筋における機械受容チャネルTmem120Aの発現増大
3. 学会等名 第7回日本筋学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ota H, Oi R, Katanosaka K, Taguchi T
2. 発表標題 Increased expression of TACAN in the rat muscle after lengthening contractions
3. 学会等名 第99回日本生理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taguchi T, Ota H, Takebe H
2. 発表標題 Changes in nociceptor activities and dorsal horn microglia in response to persistent hindlimb immobilization in rats
3. 学会等名 第99回日本生理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taguchi T, Katanosaka Y, Katanosaka K.
2. 発表標題 Decreased mechanical response of cutaneous nociceptors in TRPV2-deficient mice.
3. 学会等名 43rd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田口徹, Ulrich HOHEISEL, Siegfried MENSE.
2. 発表標題 腰痛の知覚に関わる神経解剖学的知見
3. 学会等名 第20回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田口徹, 歌大介, 坪島功幸, 西条寿夫.
2. 発表標題 線維筋痛症治療薬の脊髄作用機序.
3. 学会等名 第20回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田口徹, 太田大樹.
2. 発表標題 機械痛覚に関わる神経・分子機構の探索
3. 学会等名 第20回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田口徹, 太田大樹
2. 発表標題 モデルラットを用いた不活動性疼痛機構の電気生理学的解析
3. 学会等名 第20回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田口徹, 坪島功幸.
2. 発表標題 筋筋膜のバイオメカニクス機能の実証
3. 学会等名 第20回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹部陽菜, 太田大樹, 田口徹.
2. 発表標題 期ギプス固定による後肢不動化モデルラットの脊髄後角におけるミクログリアの活性化
3. 学会等名 第20回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鷺澤玲央, 太田大樹, 田口徹.
2. 発表標題 運動後に生じる筋機械痛覚過敏におけるTRPV2チャンネルの関与：モデルラットを用いた行動薬理学解析.
3. 学会等名 第20回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上創太, 太田大樹, 田口徹.
2. 発表標題 社会的敗北ストレスによる痛み関連行動の増大とその脊髄機構の解明
3. 学会等名 第20回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田口徹.
2. 発表標題 中心核線維の発現に筋損傷は必要か？
3. 学会等名 第20回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田大樹, 田口徹.
2. 発表標題 異なる病態モデルラットにおける骨格筋神経線維の電気生理学的特性の比較.
3. 学会等名 第20回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田大樹, 田口徹.
2. 発表標題 遅発性筋痛におけるTRPV2チャネルの関与：コンディショナルノックアウトマウスを用いた行動学的解析
3. 学会等名 第20回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菊地貴矢, 太田大樹, 平澤孝枝, 田口徹.
2. 発表標題 骨格筋神経における非活動性侵害受容器の組織学的発現解析
3. 学会等名 第20回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田大樹, 片野坂公明, 村瀬詩織, 加塩麻紀子, 富永真琴, 片野坂友紀, 田口徹, 水村和枝.
2. 発表標題 マウス遅発性筋痛モデルにおける機械感受性TRPチャネルの関与
3. 学会等名 第13回日本運動器疼痛学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田大樹, 片野坂公明, 村瀬詩織, 加塩麻紀子, 富永真琴, 片野坂友紀, 田口徹, 水村和枝.
2. 発表標題 遅発性筋痛の分子機構: TRPA1およびTRPV2ノックアウトマウスを用いた解析
3. 学会等名 第42回日本疼痛学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田口徹, 片野坂友紀, 片野坂公明.
2. 発表標題 皮膚の機械痛覚におけるTRPV2の関与: 単一神経記録法による電気生理学的解析
3. 学会等名 第42回日本疼痛学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田口徹, HOHEISEL Ulrich, TREEDE Rolf-Detlef, MENSE Siegfried.
2. 発表標題 腰部筋と下肢筋の痛覚受容に差異を生みだす神経解剖学的知見
3. 学会等名 第25回日本基礎理学療法学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田大樹, 片野坂公明, 村瀬詩織, 加塩麻紀子, 富永真琴, 片野坂友紀, 田口徹, 水村和枝.
2. 発表標題 マウス遅発性筋痛モデルにおけるTRPチャネルの関与
3. 学会等名 第25回日本基礎理学療法学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田口徹.
2. 発表標題 筋膜痛の末梢神経および脊髄機構
3. 学会等名 日本ペインクリニック学会第1回東京・南関東支部学術集会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田口徹, 太田大樹.
2. 発表標題 動物モデルから探る骨格筋痛のメカニズム
3. 学会等名 第50回日本慢性疼痛学会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田大樹, 林功栄, 片野坂公明, 村瀬詩織, 加塩麻紀子, 富永真琴, 田口徹, 水村和枝.
2. 発表標題 遅発性筋痛におけるTRPA1チャネルの役割
3. 学会等名 第5回日本筋学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田口徹
2. 発表標題 遅発性筋痛における酸感受性イオンチャネル(ASIC3)を介した末梢神経・分子機構
3. 学会等名 第7回若手による骨格筋細胞研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 遅発性筋痛モデルの筋機械痛覚過敏におけるTRPA1チャネルの役割
3. 学会等名 第19回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 太田大樹, 林功栄, 片野坂公明, 村瀬詩織, 加塩麻紀子, 富永真琴, 田口徹, 水村和枝
2. 発表標題 ラットおよびマウス遅発性筋痛モデルの機械痛覚過敏におけるTRPA1の関与
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 歌大介, 坪島功幸, 若月康次, 田口徹
2. 発表標題 慢性疲労症候群モデルの痛みに関わる脊髄侵害情報伝達機構
3. 学会等名 第41回日本疼痛学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Uta D, Wakatsuki K, Tsuboshima K, Yasui M, Hamaue Y, Kiyama H, Nishijo H, Mizumura K, Taguchi T
2. 発表標題 Facilitated nociceptive processing in the spinal dorsal horn neurons after multiple continuous stress
3. 学会等名 42nd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ota H, Matsubara T, Hotta H, Mizumura K, Taguchi T
2. 発表標題 Electrophysiological analysis of mechanically-insensitive afferents and sympathetic efferents in skeletal muscle
3. 学会等名 42nd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田口徹, 歌大介, 坪島功幸, 西条寿夫, 水村和枝
2. 発表標題 線維筋痛症モデルの脊髄後角ニューロンに対する抗うつ薬の抑制効果
3. 学会等名 第5回日本筋学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田口徹, 江尻侑斗, 亀谷伊織
2. 発表標題 線維筋痛症モデルラットにおける脊髄後角への侵害入力増強
3. 学会等名 第66回中部日本生理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 濱上陽平, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 ラット不活動性疼痛モデルにおけるCGRP受容体拮抗薬の鎮痛効果
3. 学会等名 第66回中部日本生理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 太田大樹, 松原崇紀, 堀田晴美, 水村和枝, 田口徹
2. 発表標題 正常ならびに病態モデルラットの骨格筋における非活動性侵害受容器と交感神経の軸索伝導特性
3. 学会等名 第7回若手による骨格筋細胞研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯塚壮太, 濱上陽平, 太田大樹, 田口徹
2. 発表標題 健常大学生の睡眠時間や精神状態は痛覚感受性と相関するか？
3. 学会等名 第19回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 亀谷伊織, 江尻侑斗, 高橋侑紀, 濱上陽平, 田口徹
2. 発表標題 ストレス誘発性疼痛の脊髄機構に関わる神経解剖学的知見
3. 学会等名 第19回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江尻侑斗, 亀谷伊織, 濱上陽平, 田口徹
2. 発表標題 線維筋痛症の脊髄機構に関わる神経解剖学的知見
3. 学会等名 第19回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田口徹, 歌大介, 若月康次, 坪島功幸, 西条寿夫
2. 発表標題 モデル動物を用いた慢性疲労症候群のメカニズム解明
3. 学会等名 第19回新潟医療福祉学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 亀谷伊織, 江尻侑斗, 高橋侑紀, 濱上陽平, 田口徹
2. 発表標題 複合持続ストレスにより生じる痛みの脊髄機構
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江尻侑斗, 亀谷伊織, 濱上陽平, 田口徹
2. 発表標題 c-Fosタンパクの発現を指標にした線維筋痛症の脊髄機構解明
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮原謙一郎, 坪島功幸, 田口徹, 西条寿夫
2. 発表標題 線維筋痛症モデルマウスのうつ症状に対する運動療法の抑制効果
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田口徹, 歌大介, 坪島功幸, 西条寿夫
2. 発表標題 線維筋痛症モデルラットの脊髄後角ニューロンの興奮性増大に対する抗うつ薬アミトリプチリンの抑制効果
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Uta D, Tsuboshima K, Nishijo H, Taguchi T
2. 発表標題 Suppressive effects of amitriptyline and duloxetine on spinal dorsal horn neurons sensitized in a rat model of fibromyalgia
3. 学会等名 生理学研究所・国際学術集会「痛み研究会2019 - 防御的生存回路研究の最先端」(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ota H, Matsubara T, Hotta H, Mizumura K, Taguchi T
2. 発表標題 Mechanically-insensitive afferents in the rat skeletal muscle
3. 学会等名 生理学研究所・国際学術集会「痛み研究会2019 - 防御的生存回路研究の最先端」(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Taguchi T, Uta D, Tsuboshima K, Nishijo H, Mizumura K
2. 発表標題 Pharmacological blockade of spinally-sensitized dorsal horn neurons in a reserpine-induced fibromyalgia model
3. 学会等名 97th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 Hoheisel U, Taguchi T, Mense S	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 744
3. 書名 Fascia: The Tensional Network of the Human Body (2nd eds): The Science and Clinical Applications in Manual and Movement Therapy	

1. 著者名 一般財団法人 日本いたみ財団	4. 発行年 2021年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 120
3. 書名 いたみの教科書	

1. 著者名 田口徹	4. 発行年 2020年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 400
3. 書名 疼痛医学	

1. 著者名 田口徹	4. 発行年 2020年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 380
3. 書名 疼痛医学(パイロット版)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
<https://www.nuhw.ac.jp/faculty/medical/pt/>
 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
<https://www.nuhw.ac.jp/faculty/medical/pt/>
 新潟医療福祉大学 運動機能医学研究所
<http://www.ihms.jp/>
 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 Pain Lab
<http://www.nuhw-pt.jp/pain-lab/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	太田 大樹 (Ota Hiroki)		
研究協力者	片野坂 公明 (Katanosaka Kimiaki)		
研究協力者	水村 和枝 (Mizumura Kazue)		
研究協力者	歌 大介 (Uta Daisuke)		
研究協力者	メンゼ ジークフリート (Mense Siegfried)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	ホハイセル ウルリッヒ (Hoheisel Ulrich)		
研究協力者	西条 寿夫 (Nishijo Hisao)		
研究協力者	松原 崇紀 (Matsubara Takanori)		
研究協力者	若月 康次 (Wakatsuki Koji)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ドイツ	ハイデルベルグ大学			