

令和 2 年 6 月 4 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K08995

研究課題名(和文) 疼痛の制御機構における生体膜上の糖、シアル酸の機能解析

研究課題名(英文) The roles of sialic acids in nociceptive behavior

研究代表者

渡辺 俊 (Watanabe, Shun)

北里大学・薬学部・助教

研究者番号：50415337

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：シアル酸は糖脂質や糖タンパク質の糖鎖に含有される単糖である。これまでに申請者らは主にシアル酸含有糖脂質がどのように痛みに関与しているか検討してきた。その過程で、炎症性疼痛モデルマウスの炎症部位にシアル酸分解酵素を投与することで鎮痛効果が得られることを見出した。炎症が生じた皮膚では、表皮に感覚神経線維が侵入してくることが知られているが、シアル酸分解酵素によって線維の長さが減少した。また、糖脂質に対するシアル酸転移酵素の遺伝子発現量が、脊髄において炎症性疼痛の持続期間により変動することを見出し、脊髄および皮膚におけるシアル酸は痛みにおいて重要であることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

痛みは障害となる刺激を感知し、逃避する行動を生じさせるため、生存にとって必要不可欠な感覚である。しかしながら、損傷部位が治癒した後も痛みが続く現象や、慢性的な炎症等により無傷の組織にも痛みが生じることがある。これらの慢性痛に対する鎮痛薬は限られており、既存の薬物とは異なる作用機序を持つ鎮痛薬が求められている。本研究では、痛みに関する知見が少ないものの、神経系において重要な機能を担っているシアル酸について解析し、痛みへの関与を明らかにした。そのため、痛みの新たなメカニズムの一端を明らかにし、シアル酸の鎮痛薬のターゲットとしての可能性を示すことができた。

研究成果の概要(英文)：Sialic acids are components of the carbohydrate chains of glycoproteins and glycolipids. Our previous studies reported that sialic acid containing glycolipids produce nociceptive behavior and intraplantar injection of sialidase attenuates mechanical allodynia during inflammatory pain. In inflamed skin, sensory nerve fibers elongated into the epidermis. In the present study, we showed the decrease of long fibers in sialidase treated skin tissues, suggesting that sialidase inhibited the elongated nerve fibers in the inflamed skin. Furthermore, the gene expression of sialic acid transferases and other glycosyltransferases in spinal cords were changed during inflammatory pain. These results suggested that sialic acids in the spinal cords and skin tissues play important roles during inflammatory pain.

研究分野：疼痛、脂質

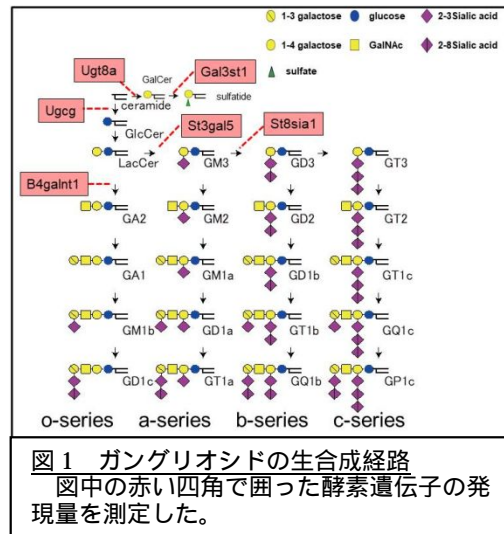
キーワード：炎症性疼痛 疼痛 糖脂質 ガングリオシド シアル酸 慢性痛

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

痛みは生体に損傷を与える刺激を回避し、身を守るために発達した感覚である。そのため、生存に必須の神経機能であるが、損傷が治癒した後にも痛みが続く現象や、炎症や神経損傷が生じた後、当該部位以外の損傷がないと考えられる組織においても、痛みが生じることがある。これらは慢性痛と呼ばれ、現在のところその生理的意義が明らかでないため、鎮痛することが望ましい。しかしながら、有効な鎮痛薬は非常に限られている。通常、痛みは末梢組織、例えば皮膚ならば、脊髄後根神経節 (DRG) に細胞体が存在している感覚神経が皮膚中にある神経線維末端において侵害刺激を感知し、脊髄を介して脳へと情報を伝達することで痛みとして認識される。この各所の神経伝達効率の変化等により、痛みの強度が調節され、怪我をした際などに、より痛みを強化することで、これ以上損傷を受けないように対応する。しかしながら、慢性痛においては適切な調節が失われるため、病的な状態へと移行すると考えられている。

シアル酸は糖脂質や糖タンパク質に含まれる糖の一種であり、シアル酸を含有する糖脂質は ganglioside と呼ばれる (図1)。長い糖鎖を持つ GM1a や GT1b などの ganglioside は神経系に豊富であり、神経細胞における機能が古くから研究されている。このような ganglioside は図1に示したように、多様な糖鎖構造をとり、脂質ラフトの形成を介してタンパク質間相互作用を調節し、シグナル伝達系や細胞間接着、小胞輸送の制御に関与する。しかしながら、神経系の重要な機能の一つである、痛みの惹起と伝達に ganglioside がどのように関与しているかあまり知られていない。これまでの申請者らの研究から、マウス足底皮下に投与した b-シリーズ ganglioside の一種である GT1b がグルタミン酸や疼痛や痛覚過敏を引き起こすことが明らかとなった(1)。GT1b の足底への投与により、皮内でグルタミン酸が増加し、グルタミン酸受容体を活性化することで痛覚過敏を引き起こすことが示唆された。一方、a-シリーズ ganglioside である GM1a では痛覚過敏を引き起こさなかった。a-, b-シリーズの違いは、シアル酸が結合する位置によるため、シアル酸が重要であると考えられた。そこで、右後肢足底に炎症を起こさせた炎症性疼痛モデルマウスを用いて、シアル酸分解酵素の鎮痛効果について検討したところ、シアル酸分解酵素を炎症部位に投与すると、痛みが抑えられた(2)。以上から、本研究では炎症性疼痛において、シアル酸分解酵素による鎮痛の作用機序を解析するとともに、脊髄等におけるシアル酸転移酵素の発現量を解析することとした。



### 2. 研究の目的

以上から、皮膚において、シアル酸含有糖脂質である ganglioside は痛みに関与すること、および皮膚内のシアル酸が炎症性疼痛時に痛みを引き起こす原因となりうることを示唆された。そこで、シアル酸分解酵素を炎症性疼痛マウスに投与した際、どのようなメカニズムで鎮痛効果が発現したかその作用機序を解析する。

また、痛みの伝達経路である脊髄におけるシアル酸の機能は明らかでない。そこで、本研究では脊髄において、炎症性疼痛時に ganglioside 合成に関わるシアル酸転移酵素の遺伝子発現量がどのように変化するか解析し、脊髄に ganglioside を投与することで痛みが影響を受けるか検討した。また、このとき慢性炎症性疼痛と炎症早期でどのような差異があるか、検討を行い、慢性痛に移行することでどのような変化が重要であるのか、糖鎖の観点から解析を行った。

### 3. 研究の方法

日本クレアより購入した ICR マウス (オス、5-8 週齢) を用いた。炎症性疼痛モデルマウスは、complete Freund's adjuvant (CFA) を右足底皮下に投与することで作製した。所定の日数で汎用されている機械的アロディニア (細いナイロンフィラメントなどの触刺激に対して、疼痛行動を引き起こす現象) の測定法である von Frey filament を用いて痛みの強さを評価した。この方法は、マウスが逃避行動を起こす filament を押し付ける力の閾値を測定するもので、値が低いほど痛みが強いことを示す。皮膚の組織学的検討のため、4% パラホルムアルデヒドにより灌流固定し、足底の皮膚を採取後、凍結切片を作製し、神経線維のマーカー等で免疫染色を行った。シアル酸転移酵素等の発現量を測定するため、脊髄を採取し左右に割断後、それぞれリアルタイム PCR 法により遺伝子発現量を測定した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 神経線維に対するシアル酸分解酵素の作用

まず、CFA 投与一日後の炎症部位の皮膚切片を用いて、神経線維マーカーである抗 PGP9.5 抗体を用いて染色を行い、神経線維の形態を観察した。表皮内で観察された神経線維の内、基底層より長く軸索をのぼしている線維を長い線維とし、それ以外を短い線維とし、本数をカウントした。その結果、無処置のマウスに比べ、炎症を起こしている表皮内の線維数はかなり増加し（図 2C）、シアル酸分解酵素投与によって、長い線維の割合が減少していることが明らかとなった（図 2B）。すなわち、シアル酸分解酵素による鎮痛作用は、炎症により表皮内に伸長した神経線維が退縮したためである可能性が示唆された。さらに、感覚神経の細胞体が存在する DRG 由来の細胞株である F-11 細胞を用い、シアル酸分解酵素の作用を検討した。F-11 細胞を分化誘導し、神経突起を伸長させ、シアル酸分解酵素を処置すると神経突起が短くなった。以上から、シアル酸分解酵素は神経線維に直接作用して神経線維の形態を変化させたことが示唆された。

##### (2) 炎症性疼痛におけるガングリオシド合成に関わるシアル酸転移酵素等の遺伝子発現量の変化

炎症性疼痛時に脊髄においてシアル酸転移酵素が何らかの役割を果たしているか、その示唆を得るために、ガングリオシド合成系に関与しているシアル酸転移酵素の発現量を解析した。また、合わせてその他の糖転移酵素についても検討した（図 1 中の四角内に示した酵素）。炎症が持続すると、しばしば炎症を起こしていない、健全な組織においても痛みが発生する。我々のモデルでは、CFA を右後肢足底に投与し炎症を惹起すると、15 日後には無傷である左後肢足底にも痛みが出現する（図 3）。このモデルを用いて測定した結果、図 4 に示したように、炎症早期（1 日）に、シアル酸転移酵素も含め、脊髄における糖転移酵素の発現量は概ね両側性に上昇した。さらに、慢性期（15 日後）には概ね両側性に発現量が低下した(3)。以上から、炎症の持続期間によって、脊髄のシアル酸転移酵素を含め、ガングリオシド合成に関わる糖転移酵素の発現量は大きく変化し、早期、慢性期でそれぞれガングリオシドの過剰もしくは不足により痛みが引き起こされている可能性が示唆された。

そこで、健全動物と慢性炎症性疼痛モデルマウスにいくつかの糖脂質を脊髄髄腔内投与し、その効果を検討した。その結果、健全動物では a-シリーズガングリオシド投与により痛みを引き起こさなかったが、b-シリーズガングリオシドでは痛みを引き起こした（図 5）。また、慢性炎症性疼痛モデルマウスでは、検討したガングリオシドの種類は少ないため、今後さらなる解析が必要ではあるが、遺伝子の発現パターンから最も減少すると思われる a-シリーズガングリオシドの一種 GM1a の反復投与によって鎮痛効果が両側で認められた(3)。以上、健全動物と比較して、ガングリオシド量、特に b-シリーズガングリオシドが増加すると痛みを引き起こし、慢性炎症期に不足していると思われるガングリオシドを投与すると鎮痛効果が

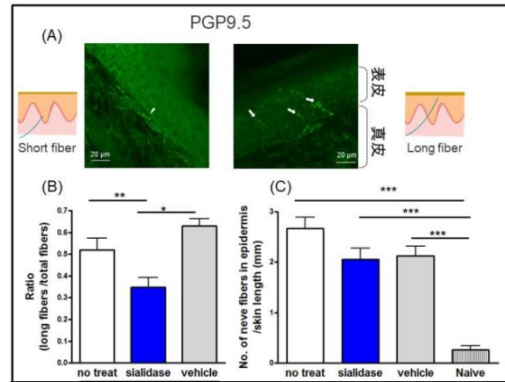


図 2 シアル酸分解酵素による表皮内神経線維の退縮。

(A)短い表皮内神経線維と長い線維 (B)長い神経線維の割合(C)表皮内神経線維の本数。CFA 投与一日後、シアリダーゼもしくは溶媒を投与し、40 分後に固定した。Naive は無処置のマウス、no treat は CFA のみ投与したマウス。

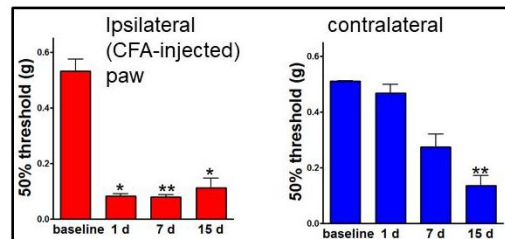


図 3 炎症惹起剤 (CFA) 投与後の機械的アロディニア

CFA を投与した後 (1,7,15 日後) の機械的アロディニアを von Frey test により評価した。左側の図は CFA を投与した側、右側は投与していない、無傷の足底の結果。

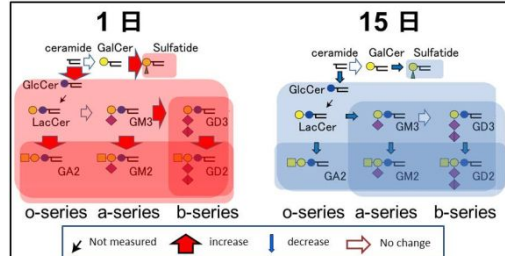


図 4 脊髄における糖転移酵素の発現量変化

CFA を投与した後 (1,15 日後) の糖転移酵素の発現量変化から予測される糖脂質の組成変化を、増加は赤いゾーン、低下は青いゾーンとして示した。糖転移酵素自体の変化は下部に凡例として示した。結果は CFA 投与側の脊髄のみ示した。

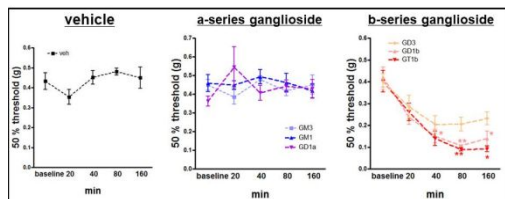


図 5 脊髄における糖転移酵素の発現量変化

ガングリオシドを脊髄髄腔内に投与し、機械的アロディニアを測定した(ここでは 1 nmol 投与の結果のみ)。a-シリーズ、b-シリーズガングリオシドに分けて図示した。

認められたことから、脊髄ガングリオシド量は一定の範囲内にあることが正常な痛みの強さを維持するうえで重要であることが示唆された。

さらに、ガングリオシド生合成では基本骨格であるセラミドに糖鎖が付加されるが、セラミドはL-セリンから合成される。そこで、図4から慢性炎症期にはガングリオシド合成系の酵素が全般的に遺伝子発現量低下していることから、L-セリンをマウスへ与えることで鎮痛効果が得られるのではないかと考えた。マウスにCFAを投与する10-11日前から、L-セリンを飲水瓶に混ぜて与えたところ、炎症の早期(CFA投与後1日)では鎮痛効果は得られなかったが、慢性炎症期(15日後)には、30 mMの濃度でも炎症惹起された足趾、無傷の対側の足趾両方とも鎮痛効果が認められた(図6)。

以上、シアル酸分解酵素、シアル酸含有糖脂質であるガングリオシド自身や、その生合成の基礎となる栄養素を投与することで、炎症の早期、もしくは慢性期に鎮痛効果が得られると考えられる。そのため、糖脂質を中心とした痛みの調節機構が存在することが示唆され、鎮痛薬の新しいターゲットとして、シアル酸は有望ではないかと考えられる。

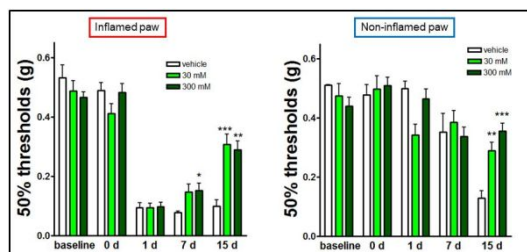


図6 L-セリンによる鎮痛効果

ガングリオシドの基本骨格となるセラミドはL-セリンから合成される。慢性炎症性疼痛ではガングリオシド合成が低下していると予想されるので、L-セリンにより鎮痛効果が得られるか検討を行った。CFAを投与する10-11日前より給水瓶にL-セリンを添加し、CFA投与後0,1,7,15日後機械的アロディニアを評価した。

#### <引用文献>

- (1) Watanabe S, Tan-No K, Tadano T, Higashi H. Intraplantar Injection of Gangliosides Produces Nociceptive Behavior and Hyperalgesia via a Glutamate Signaling Mechanism. *Pain*. 2011. **152**(2), 327-34. doi: 10.1016/j.pain.2010.10.036.
- (2) Watanabe S, Iwai T, Tanabe M. Intraplantar injection of sialidase reduces mechanical allodynia during inflammatory pain. *J Pharmacol Sci*. 2017 **133**(1), 49-52. doi: 10.1016/j.jphs.2016.10.008.
- (3) Morita M, Watanabe S, Oyama M, Iwai T, Tanabe M. Glycosphingolipid Biosynthesis Pathway in the Spinal Cord and Dorsal Root Ganglia During Inflammatory Pain: Early and Late Changes in Expression Patterns of Glycosyltransferase Genes. *Neuroscience*. 2020 **428**, 217-227. doi: 10.1016/j.neuroscience.2019.12.029.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Watanabe S, Tanabe M	4. 巻 33
2. 論文標題 Sialic acid-containing glycosphingolipids: functional roles of gangliosides in pain signaling	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PAIN RESEARCH	6. 最初と最後の頁 32-39
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 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 Watanabe S, Iwai T, Tanabe M	4. 巻 133(1)
2. 論文標題 Intraplantar injection of sialidase reduces mechanical allodynia during inflammatory pain.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J Pharmacol Sci.	6. 最初と最後の頁 49-52
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jphs.2016.10.008	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 Morita M, Watanabe S, Oyama M, Iwai T, Tanabe M	4. 巻 428
2. 論文標題 Glycosphingolipid Biosynthesis Pathway in the Spinal Cord and Dorsal Root Ganglia During Inflammatory Pain: Early and Late Changes in Expression Patterns of Glycosyltransferase Genes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neuroscience	6. 最初と最後の頁 217-227
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.neuroscience.2019.12.029	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 -

〔学会発表〕 計32件（うち招待講演 1件／うち国際学会 8件）

1. 発表者名 渡辺俊、森田元樹、佐川眞美、野村夏実、尾山実砂、岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 炎症性疼痛におけるスフィンゴ糖脂質の機能
3. 学会等名 第60回日本脂質生化学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺俊、森田元樹、佐川眞美、野村夏実、尾山実砂、岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 シアル酸含有糖鎖の痛みへの関与
3. 学会等名 第40回日本疼痛学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Watanabe, Mami Sagawa, Motoki Morita, Natsumi Nomura, Misa Oyama, Takashi Iwai, Hideyoshi Higashi, Mitsuo Tanabe
2. 発表標題 Glycosphingolipids involved in pain signaling: The contribution of sialic acids to mechanical allodynia.
3. 学会等名 The18th World Congress of Basic and Clinical Pharmacology (WCP2018). 第91回日本薬理学会年会 第18回国際薬理学・臨床薬理学会議(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Motoki Morita, Shun Watanabe, Natsumi Nomura, Misa Oyama, Takashi Iwai, Mitsuo Tanabe
2. 発表標題 The bilateral change of the spinal cord and dorsal root ganglion glycosyltransferase expression involved in glycosphingolipids biosynthesis during inflammatory pain.
3. 学会等名 The18th World Congress of Basic and Clinical Pharmacology (WCP2018). 第91回日本薬理学会年会 第18回国際薬理学・臨床薬理学会議(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 第38回鎮痛薬・オピオイドペプチドシンポジウム
2. 発表標題 スフィンゴ糖脂質が関わる疼痛シグナル
3. 学会等名 渡辺俊、田辺光男(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺俊、森田元樹、野村夏実、須釜哲、阿部茉莉絵、田辺光男
2. 発表標題 種々のスフィンゴ糖脂質による痛み及び痒み行動への影響
3. 学会等名 生理学研究所2018年研究会「生体サバイバル戦略としての痛みの機構と意義」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森田元樹、渡辺俊、野村夏実、尾山実砂、岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 スルファチドの脊髄髄腔内投与によるアロディニアの惹起
3. 学会等名 第92回日本薬理学会年会学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺俊、森田元樹、須釜哲、阿部茉莉絵、尾山実砂、岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 ガングリオシドにより調節される痛みと痒み行動
3. 学会等名 第92回日本薬理学会年会学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森田元樹、渡辺俊、野村夏実、尾山実砂、岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 痛みにおける脊髄スルファチドの役割
3. 学会等名 日本薬学会第139年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺俊, 森田元樹, 佐川眞美, 岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 疼痛シグナルへのスフィンゴ糖脂質の関与
3. 学会等名 第59回日本脂質生化学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺俊, 森田元樹, 佐川眞美, 岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 スフィンゴ糖脂質とその糖転移酵素, 分解酵素の疼痛への関与
3. 学会等名 第39回日本疼痛学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺俊, 森田元樹, 佐川眞美, 岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 炎症性疼痛におけるガングリオシドの関与
3. 学会等名 第40回日本神経科学大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森田元樹, 渡辺俊, 野村夏美, 尾山実砂, 岩井孝志, 田辺光男
2. 発表標題 スルファチドによるアロディニアの惹起
3. 学会等名 第137回日本薬理学会関東部会
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 渡辺俊, 佐川眞美, 森田元樹, 野村夏実, 尾山実砂, 岩井孝志, 田辺光男
2. 発表標題 疼痛におけるシアル酸分解酵素の鎮痛効果とスフィンゴ糖脂質の機能
3. 学会等名 2017年度生命科学系学会合同年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺俊, 森田元樹, 野村夏実, 佐川眞美, 尾山実砂, 岩井孝志, 田辺光男
2. 発表標題 炎症性疼痛におけるスフィンゴ糖脂質生成に関わる糖転移酵素遺伝子の発現パターンの変化
3. 学会等名 日本薬学会第138年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺 俊, 佐川 眞美, 岩井 孝志, 田辺 光男
2. 発表標題 炎症性疼痛におけるスフィンゴ糖脂質の関与
3. 学会等名 第38回日本疼痛学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 渡辺 俊, 高野 香奈子, 佐川 眞美, 岩井 孝志, 内藤 康仁, 田辺 光男
2. 発表標題 シアル酸分解酵素による鎮痛効果の解析
3. 学会等名 第89回日本生化学会大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 渡辺 俊, 高野 香奈子, 佐川 眞美, 渡部 薫冬, 森田 元樹, 岩井 孝志, 田辺 光男
2. 発表標題 The role of sialic acid-containing glycoconjugates in inflammatory pain.
3. 学会等名 16th World Congress on Pain (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 渡辺 俊, 高野 香奈子, 佐川 眞美, 岩井 孝志, 松尾 由理, 内藤 康仁, 田辺 光男
2. 発表標題 Analgesic effects of sialidase in inflammatory pain: the role of gangliosides in nociceptive signaling.
3. 学会等名 Neuroscience 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 渡辺 俊, 佐川 眞美, 森田 元樹, 田辺 光男
2. 発表標題 炎症性疼痛におけるスフィンコ糖脂質の機能
3. 学会等名 平成28年度生理学研究所研究会「痛みを理解を目指した先端的アプローチ」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森田 元樹, 佐川 眞美, 岩井 孝志, 渡辺 俊, 田辺 光男
2. 発表標題 疼痛におけるスフィンゴ糖脂質関連遺伝子の発現
3. 学会等名 第90回日本薬理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺 俊, 佐川 眞美, 森田 元樹, 岩井 孝志, 田辺 光男
2. 発表標題 疼痛におけるスフィンゴ糖脂質の機能的役割
3. 学会等名 第90回日本薬理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Morita M, Shun Watanabe S, Nomura N, Oyama M, Iwai T, Tanabe M.
2. 発表標題 Intrathecal injection of sulfatides caused mechanical allodynia associated with the glial cell activation in the spinal cord.
3. 学会等名 60th International Conference on the Bioscience of Lipids (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Watanabe S, Morita M, Abe M, Sugama S, Sagawa M, Nomura N, Oyama M, Iwai T, Tanabe M.
2. 発表標題 60th International Conference on the Bioscience of Lipids
3. 学会等名 The roles of sialyl-conjugated lipids in pain and itch (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺俊, 森田元樹, 阿部茉莉絵, 須釜哲, 野村夏実, 尾山実砂, 岩井孝志, 田辺光男
2. 発表標題 皮膚および脊髄における糖脂質の痛みにおける機能
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 渡辺俊、森田元樹、阿部茉莉、須釜哲、尾山実砂、岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 炎症性疼痛時の脊髄における糖脂質の機能
3. 学会等名 第38回日本糖質学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森田元樹、渡辺俊、野村夏実、尾山実砂、岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 炎症性疼痛時における時期ごとの脊髄スルファチドの役
3. 学会等名 生体機能と創薬シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森田元樹、渡辺俊、野村夏実、尾山実砂、岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 脊髄スルファチドが炎症性疼痛の各時期に担う役割
3. 学会等名 第63回日本薬学会関東支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Watanabe S, Morita M, be M, Sugama S, Sagawa M, Tanabe M
2. 発表標題 THE ROLE OF GLYCOSPHINGOLIPIDS AND GLYCOSYLTRANSFERASES IN THE INFLAMMATORY PAIN.
3. 学会等名 Novel Pain Therapeutics: From Basic Research to Clinical Translation and Reha (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Watanabe S, Morita M, be M, Sugama S, Sagawa M, Tanabe M
2. 発表標題 The roles of glycosphingolipids in spinal cord and skin during inflammatory pain.
3. 学会等名 National Institute of Physiological Sciences International Workshop on Frontiers in Defensive Survival Circuit Research “Pain and Survival Strategy (国際学会)”
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森田元樹、渡辺俊、野村夏実、尾山実砂、岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 炎症早期と慢性炎症における痛みに対するスルファチドの機能の変化
3. 学会等名 第93回日本薬理学会年会学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡辺俊、森田元樹、阿部茉莉絵、須釜哲、佐川眞美、野村夏実、尾山実砂、岩井孝志、田辺光男
2. 発表標題 ガングリオシドの糖鎖構造と感覚系における機能の差異
3. 学会等名 第93回日本薬理学会年会学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------	---------------------------	-----------------------	----