

長寿医療研究開発費 平成 29 年度 総括研究報告

## 高齢者の運動器疾患と固有感覚受容との関連および固有感覚受容低下に対する治療法の開発 (29-6)

主任研究者 酒井義人 国立長寿医療研究センター 整形外科部 部長

### 研究要旨

固有感覚とは外部刺激の感知、動作や姿勢の把握という二つの機能を有している感覚機能であり、腰痛では体幹筋におけるこの機能の低下が指摘されている。固有感覚は固有受容器と呼ばれ、代表的な固有受容器にはマイスネル小体、筋紡錘、ファーターパチニ小体がある。固有受容器は応答周波数を有し、それに応じた外部からの振動刺激に対して高い反応を示すことが知られている。これまで、固有感覚と腰痛や転倒との関連の報告が散見され、腰痛患者では体幹と下腿での固有感覚の相違が生じているといった報告や、固有感覚の低下が転倒リスクを著しく上昇させるといった指摘がある。

そこで高齢者の固有感覚を高める治療器機の開発を目的として、主任研究者らは①腰痛や関節痛、易転倒性における固有感覚の関わりを一般住民において調査し、②運動器疾患で入院中の高齢者における固有感覚低下、について詳細に検討した。①においては重心動揺で評価した固有感覚が腰痛や骨格筋量（サルコペニア）の影響を受けるという結果であり、②においては体幹と下腿の固有感覚低下の比率によりバランス機能障害が決定され、体幹（多裂筋）の低周波数帯の固有感覚低下と下腿（腓腹筋）の高周波数帯の固有感覚低下が腰痛と関連しているという結果であった。加齢による固有感覚低下の重要性が健常人や運動器疾患患者で示された一方で、腰痛患者においては個人により機能低下した周波数帯が異なることも判明し、治療器機への反映として機能低下した周波数の特定と標的周波数帯への刺激応用という課題が明確になった。本研究では先行研究で関連が認められた腰痛と固有感覚低下についての横断研究および機器開発のための研究（患者対象研究）と、地域住民を対象とした縦断研究（一般住民対象研究）からなる。前者では高齢者における腰痛患者の個人特有の低下した固有感覚周波数の特定のための横断研究と機能低下した固有感覚周波数に対する刺激により改善が期待されるかの検証を行い、後者では固有感覚の経年変化が脊椎及び骨格筋量に影響を与えるか、またその逆はあり得るのかといった課題に対して一定の見解を得ることを目的とする。また患者対象研究において用いることおよ

び健常者におけるデータ収集を目的として、固有感覚受容低下に対する固有感覚機能解析器および治療器機の開発も並行して行っていく。

これらの各研究課題を統合して、最終的な目標を機能低下周波数帯の固有感覚を刺激することで賦活化し、腰痛に対する治療・予防を目的とした、オーダーメイドな治療としての“**proprioceptive approach**”の開発とする前向き研究である。

#### 患者対象研究

近年、腰痛高齢患者は固有感覚受容の低下による姿勢制御の不安定性が指摘されている。固有受容器には、マイスネル小体、筋紡錘、ファーターパチニ小体があり、各々、の受容器に呼応する応答周波数がある。また、一定の周波数ではなく、幅広い周波数領域を持ち合わせており、それらの領域を含めた検証はできていない。このことから、より細かい分解能で各固有感覚受容器の障害周波数帯を特定できるプロトコールでの検証が必要である。本研究は、腰痛を有する高齢患者と腰痛を有さない高齢患者を対象に、段階的に応答周波数を変化させた、機械的振動刺激を体幹と下腿に交互に与え、障害されやすい固有感覚の特定を検討する。65歳以上の腰部脊柱管狭窄症および変形性脊椎症と診断された、腰痛高齢患者15名及び非腰痛高齢患者19名に対して、体幹と下腿におけるCOPを比較した。振動デバイスを用いて両側多裂筋と腓腹筋に27~272 Hz (27~40 Hz:マイスネル小体、40~100 Hz:筋紡錘、100~180 Hz:筋紡錘とファーターパチニ小体の混合、180~272 Hz:ファーターパチニ小体)のスweep振動刺激を与え、閉眼でのCOPの偏位を重心動揺計で測定した。腰痛の評価は、VASとRDQ、転倒リスクの評価は、簡易転倒スコアで評価した。腰痛高齢患者は、非腰痛高齢患者よりも下腿のマイスネル小体、体幹のマイスネル小体、体幹の筋紡錘、体幹のファーターパチニ小体で有意にCOPが低値であった。相関分析の結果、腰痛VASと体幹のファーターパチニ小体で弱い負の相関が認められた。腰痛高齢患者は、特に体幹のファーターパチニ小体の感受性が低下しやすく、主観的な腰痛増悪に伴い、下腿の筋紡錘およびファーターパチニ小体の固有感覚受容の代償によって、姿勢制御を保持していると示唆される。(酒井)

またサルコペニアに関連した固有感覚障害の研究については、高齢者における運動器疾患の治療への応用を目的とした固有感覚受容が骨格筋量(サルコペニア)の影響を受け、体幹と下腿の固有感覚受容の低下によりバランス機能が低下するかどうかを検証した。対象者は、65歳以上のサルコペニアと診断された腰部脊椎症の高齢患者、8名と非サルコペニアの15名とした。スweep型振動デバイスを使用して、両側多裂筋と腓腹筋に27~272 Hzの振動刺激を与え、閉眼でのCOPの偏位を重心動揺計で測定した。下肢筋量、L4/L5腰部多裂筋断面積、握力、歩行速度を計測した。下腿の筋紡錘、下腿の混合で有意差が認められた。下肢SMIにおいても有意な群間差が認められた。下腿および体幹のマイスネル小体、体幹の筋紡錘、体幹の混合、下腿および体幹のファーターパチニ小体、RDQ、年齢、身長、体重、握力、歩行速度、腰部多裂筋断面積においては、有意差が認められなかった。相関分析の結果、サルコペニア群の下腿の筋紡錘と下肢SMIで高い正の相関が認められた。サ

ルコペニアと診断された腰部脊椎症の高齢患者は、下腿の筋紡錘の固有感覚低下と下肢筋量低下によって姿勢不安定性が示唆された。(山崎)

#### 一般住民対象研究

地域住民における腰痛と固有感覚受容の縦断評価に関する研究を分担しており、まず縦断研究の基盤となる一般住民健診を行った。一般住民健診 300 名の腰痛 VAS、QOL、重心動揺計を用いた中高齢者の固有感覚受容データ、10m 歩行速度、Timed up & Go Test (TUG)、背筋力測定、最大歩幅の測定、開眼片脚起立時間の測定、生体インピーダンス法 (BIA) を用いた骨格筋量測定、腰椎単純撮影データを収集・完了し、研究進捗は順調である。また一般住民健診研究として中高齢者のロコモ度テストと重心動揺の関連を検討した。(今釜)

高齢者は、筋力低下やバランス能低下になりやすく、転倒骨折などの身体機能障害が発生する。本研究の目的は、一般住民健診において身体機能障害を検出する運動器検査を実施し、高齢者が感じる QOL 低下の内容と、QOL 低下に関連する因子を同定することである。

2016 年北海道八雲町住民検診(Yakumo Study)を受診した 555 名のうち、整形外科による運動器検診を実施し、かつ超音波法による踵骨骨密度検査を実施した 367 名(平均年齢 63.6 歳、うち女性 231 名)を対象とした。骨粗鬆症は YAM 値 70%以下と定義した。QOL 評価は、SF-36 サマリスコア(身体 PCS, メンタル MCS, 役割・社会 RCS)を評価した。運動機能として Timed Up and Go (TUG) test、膝 OA の有無、骨折既往、重心動揺検査、ロコモ 25 質問票(16 点以上をロコモティブシンドロームあり)、低栄養の指標として血清アルブミン (Alb)、ヘモグロビン(Hb)値、認知機能として言語流暢性、記憶力、注意力の 3 項目を検討した。糖尿病評価として血清 HbA1c 値を加えた。さらに今回、保存血清から酸化ストレス・抗酸化能測定を実施した。骨粗鬆症有無を OP(+),(-)群にわけ、p 値<0.05 の有意な差を持つ項目を検討した。OP(+)で、重回帰分析より有意な QOL スコアを従属変数として関連する因子の影響を調査した。

骨粗鬆症は 107 名で、OP(-)と比べ有意に平均年齢が高く(67.4 vs 62.7 歳)、TUG test が遅かったが(6.28 vs 5.90 秒)、膝 OA、骨折既往、重心動揺には有意差がなかった。SF-36 は、RCS のみ有意に OP(+)で低値であった(48.7 vs 53.8)。また OP(+)はロコモ 25 で低い傾向あり、栄養として Hb 値は有意に低かったが Alb 値は差がなかった。認知症の評価や糖尿病の項目は関連しなかった。酸化ストレス・抗酸化能についても、有意差は認めなかった。OP(+)の RCS を従属変数として重回帰分析を行った結果、ロコモティブシンドロームが有意な因子として同定された。

骨粗鬆症であると SF-36 の RCS 役割・社会的側面の QOL 障害があり、これらのグループはロコモティブシンドロームが影響していることがわかった。このことからロコモティブシンドロームに対する対策は、骨粗鬆症患者の QOL を高め運動器疾患を予防できる可能性が示唆された。(関)

#### 固有感覚受容評価のための装置開発

先行研究において、高齢者や腰痛者の固有感覚低下の周波数帯は個人により異なることが判明した。このことから、種々の周波数帯を調べるために、時間的に周波数に変化するスイープ周波数の振動刺激を考案し、それを具現化するスイープ周波数振動刺激装置を開発した。この装置を用いて、健常若年者 25 名のデータに基づいて、固有感覚機能測定のための実験プロトコルを策定した。本研究では、固有感覚受容低下に対する固有感覚機能測定装置、および治療装置の開発のための解決課題として、65 歳以上の腰椎変性疾患患者（腰痛を有する者 15 名及び有さない者 19 名を含む）を対象とした。スイープ周波数による振動刺激時の重心動揺試験の結果の比較から、固有感覚評価法を策定した。具体的には、スイープ周波数による振動刺激時の重心動揺と腰痛の有無に関係があるといった考察から、振動刺激に対する重心動揺を定量的に評価する最大極値間変位量 MD2M と、非腰痛者に対する腰痛者の重心動揺を定量的に評価する標準化最大極値間変位量 SMD2M を提案し、その妥当性を示した。今後、腰痛患者の個人特有の低下した固有感覚周波数の特定方法の確立、その周波数に基づく固有感覚機能の治療器の開発を行う予定である。（森田）

主任研究者

酒井義人 国立長寿医療研究センター 整形外科部長

分担研究者

今釜史郎 名古屋大学医学部附属病院 整形外科講師

関 泰輔 名古屋大学医学部附属病院 整形外科講師

森田良文 名古屋工業大学工学部電気電子工学科・大学院工学研究科情報工学  
専攻 教授

山崎 一徳 藤田保健衛生大学 医療科学部 臨床工学科 助教

## A. 研究目的

### 患者対象研究

高齢者の脊椎や関節疾患の姿勢調節障害に対する運動器リハビリテーションにおいては、体幹筋などの筋力強化を中心としており、高齢者であるが故に継続施行が困難なことが問題となる。近年、腰痛および高齢者の易転倒性においては固有感覚受容の低下が指摘されており、腰痛においては体幹筋における固有感覚機能の低下が、易転倒性においては下肢での固有感覚機能の低下が指摘されている。姿勢制御に大きく関与する固有感覚には、筋

紡錘の他に、マイスネル小体、ファーターパチニ小体などがある。例えば、マイスネル小体は皮膚を触知、筋紡錘は筋の伸長速度、ファーターパチニ小体は皮膚の振動を感受し、それぞれの受容器が応答周波数を持っている。これまでの研究で、主任研究者らは、腰痛を有する高齢患者は、下腿のファーターパチニ小体の感受性低下によって、下腿の固有感覚に頼ることが上手く行えず、体幹優位の姿勢制御を示し、さらに足関節方略ではなく、体幹方略によってバランスを保つ可能性を報告した。しかしながら、各固有受容器の応答周波数は一定の周波数ではなく、幅広い周波数領域を持ち合わせており、それらの領域に含めた姿勢制御の検証はできていない。

これらのことから、より細かい分解能で腰痛高齢患者の各固有感覚受容器の障害周波数帯を特定できるプロトコルでの検証が必要であることが考えられた。そこで本研究では、腰痛を有する高齢患者と腰痛を有さない高齢患者を対象に、段階的に応答周波数を変化させて、体幹と下腿に交互に機械的振動刺激を与え、障害されやすい固有感覚を特定し、腰痛との関係を検討する。（酒井）

また、腰部疾患の患者では、体幹の筋紡錘の機能低下から、体幹の動揺が増加もしくは低下し、転倒リスクの要因になるともいわれている。一方で、転倒リスクの要因には、筋量低下が関係しているとの報告もある。筋量低下を来す要因として、高齢になるにつれて有病率が高くなる運動器疾患が挙げられる。代表的な整形外科疾患には脊椎脊髄疾患があり、厚生労働省による国民生活基礎調査に関する結果から、症状別において腰痛が男性では第1位、女性では第2位を占めている。このことから、腰部疾患に罹患した高齢者では体幹と下肢での固有感覚に相違が生じているだけでなく筋量低下も関係している可能性が高い。固有感覚は、筋紡錘以外にもマイスネル小体、ファーターパチニ小体が存在するが、これらの固有感覚と筋量との関係を示した報告は見受けられない。そこで本研究課題では、四肢筋量を計測し、**Skeletal muscle index (SMI)** を算出した値と応答周波数を変化させて体幹と下腿に機械的振動刺激を与え、各固有感覚（マイスネル小体、筋紡錘、ファーターパチニ小体）と **SMI** との関連を調査する。（山崎）

#### 一般住民対象研究

高齢者の疼痛（腰痛含む）と固有感覚受容器に関する縦断研究を行い、高齢者の疼痛治療の効果と高齢者の **QOL** 向上を目的とする。初年度の検討として、中高齢者のロコモ度テストと重心動揺の関連を明らかにする。（今釜）

また、高齢者は、筋力低下やバランス能低下になりやすく、転倒骨折などの身体機能障害が発生する。結果として、運動機能は低下し患者の **QOL** は大きく障害される。また、運動機能障害は要介護の主要因であり死亡率上昇にも関与していることから、運動器疾患の評価と対策が極めて重要となる。我々のグループは、運動器疾患の存在は、内科疾患と同等に死亡率が高いことを報告した(Kasai, et al. *J Orthop Sci* 2017)。厚労省は2013年から開始した第2次「健康日本21」において、健康寿命の延伸、要介護状態を予防することを重要課題の一つに挙げている。低栄養、ロコモティブシンドローム、認知症がメインターゲット

となり、これらがあると高齢者の健康を損なうリスクが高いと考えられる。予防を重視する観点から、身体活動・体力の増進、良好な食・栄養、社会参加などが必要である。

本研究の目的は、一般住民健診において運動器障害を検出する検査を実施し、高齢者が感じる QOL 低下の内容と、QOL 低下に関連する因子を同定することである。特に、運動機能低下の背景には加齢による骨粗鬆症が存在していることから、本年度は骨粗鬆症の有無による関連因子について検討することとした。（関）

#### 固有感覚受容評価のための装置開発

筆者らはこれまでに、振動デバイスを作成し、高齢腰痛者(以降、腰痛者) は個人個人で機能低下している固有感覚受容および固有感覚周波数（以降、障害周波数）が異なる可能性を報告した。そこで、個人の固有感覚受容の機能低下を評価するプロトコルを策定するために、腰痛者の固有感覚受容の機能低下を定量的に評価可能な指標(以降、評価指標) を決定する必要がある。そこで、腰痛者 15 名と非腰痛高齢者(以降、非腰痛者) 19 名の重心動揺の比較から、評価指標の策定を目的とする。（森田）

## B. 研究方法

### 患者対象研究

65 歳以上の腰部脊柱管狭窄症および変形性脊椎症と診断された腰痛高齢患者 15 名（平均  $75.6 \pm 6.5$  歳）及び非腰痛高齢患者 19 名（平均  $77.3 \pm 5.2$  歳）に、体幹と下腿における足圧中心（COP）を比較した。独自開発した振動デバイスを用いて両側多裂筋と腓腹筋に 27～272 Hz（27～40 Hz：マイスネル小体、40～100 Hz：筋紡錘、100～180 Hz：筋紡錘とファーターパチニ小体の混合、180～272 Hz：ファーターパチニ小体）の振動刺激を与え、閉眼での COP の偏位を重心動揺計で測定した。重心動揺計には、Wii Balance Board を用いた。振動刺激を与える振動子の固定は、下腿と腹囲の周径を計測し、振動デバイスの着用バンドの長さを調整し、振動刺激の強さが一定になるようにした。

腰痛の診断は、脊椎外科専門医の問診により、RDQ が 1 点以上、VAS が 3cm 以上のどちらか一方に該当し、痛みが 3 ヶ月以上継続している者とした。また、対象者は重心動揺の測定前に 1 分間の閉眼立位保持が可能であることを、医師、理学療法士、実験補助員らによって確認された。

進行性の重篤な麻痺のため早急に手術が必要な者、疼痛または神経障害により起立保持不可能および歩行困難な者、重篤な筋疾患を伴う者、意思疎通に難渋し測定が困難な者は分析対象から除外した。

計測の手順は、振動刺激を腓腹筋と腰部多裂筋に交互に与え、合計 8 セット行うものとし、計測条件は閉足、閉眼とした。振動周波数は 27～272 Hz の周波数をスイープさせながら、ランダムに上昇パターンと下降パターンの 2 種類の振動刺激を与えた。1 回の測定時間

は 60 秒であり、その間に 27~272 Hz の振動刺激を与えた。残留振動の影響を排除する目的で各セット間に、60 秒間の座位休息を設けた。本研究で用いた比較指標の計測・算出方法について述べる。振動刺激による前後方向の COP における平均位置の変化量から RMS 値を算出した。

腰痛の評価は VAS と RDQ で行い、転倒リスクの評価は、簡易転倒スコアで評価した。腰痛高齢患者（腰痛群）と非腰痛高齢患者（非腰痛群）の 2 群に分けて行った。群間比較は、対応のない t 検定を用いた。腰痛との関係について、腰痛 VAS と有意差が認められた固有感覚受容をピアソンの相関分析を用いて行った。危険率 5%未満を有意とした。（酒井）

また、サルコペニアと固有感覚受容との関連について以下の研究を行った。対象者は、65 歳以上のサルコペニアと診断された腰部脊椎症の高齢患者、8 名（平均  $75.5 \pm 7.3$  歳）及び非サルコペニアの 15 名（平均  $75.8 \pm 5.0$  歳）に、体幹と下腿における COP を比較した。独自開発した振動デバイスを用いて両側多裂筋と腓腹筋に 27~272 Hz（27~40 Hz：マイスネル小体、40~100 Hz：筋紡錘、100~180 Hz：筋紡錘とファーターパチニ小体の混合、180~272 Hz：ファーターパチニ小体）の振動刺激を与え、閉眼での COP の偏位を重心動揺計で測定した。重心動揺計には、Wii Balance Board を用いた。独自開発した振動デバイスを用いて両側多裂筋と腓腹筋に対して、マイスネル小体、筋紡錘、筋紡錘からファーターパチニ小体の混合（以下、混合）、ファーターパチニ小体に対応した周波数 27~272 Hz の振動刺激を各々与え、閉眼での足圧中心（COP）の偏位を重心動揺計で測定した。振動刺激による前後方向の COP における平均位置の変化量から RMS 値を算出した。下肢筋量は、DXA 法

（Lunar DPX-NT<sup>®</sup>、GE ヘルスケア・ジャパン社製）により測定した。また、下肢筋量は身長 [m] の 2 乗で除した Skeletal muscle index（SMI）に変換した。画像による評価として、磁気共鳴画像法（Magnetic Resonance Imaging：以下 MRI）で L4/L5 高位での腰部多裂筋断面積の計測を面積計算ソフトウェア（SYNAPSE<sup>®</sup>、富士フイルムメディカル株式会社）を用いて行った。握力測定は握力計（TKK5401、竹井社）を用いて、立位にて行った。歩行速度は、5 m の歩行速度の 10 回の平均値を用いた。

サルコペニア群と非サルコペニア群の 2 群に分けて行った。群間比較は、対応のない t 検定を用いた。COP と下肢 SMI の関連性を検証するために Spearman の順位相関係数を用いた。危険率 5%未満を有意とした。（山崎）

#### 固有感覚受容評価のための装置開発

被験者は、本試験の参加に同意が得られた 65 歳以上の高齢者 34 名である。そのうち、19 名は 1 年以上腰痛を有さないため非腰痛者群に、残りの 15 名は 3 ヶ月以上持続する腰痛を有するため腰痛者群に分類した。

被験者に対して、振動パターンと振動部位を変えながら図 1 に示す順番で 8 回の測定を行った。各測定の間には 60 sec の座位休憩をはさんだ。1 回の測定時間は 75 sec であり、2 区間からなる。2 区間とは(1)[Pre]区間：0~15 sec、振動刺激なし、閉眼状態、(2)[Dur]区間：15~75 sec、振動刺激あり、閉眼状態である。付与する振動の周波数は 27~272Hz のスイー

プ信号とした。スイープ時間は 60sec であり、振動パターンは周波数上昇パターンと周波数下降パターンとした。振動部位は下腿三頭筋 (Gastrocnemius soleus muscle, 以降、GS) と腰部多裂筋 (Lumbar multidus muscle, 以降、LM) とした。足位は閉足状態とした。

[Dur]区間を 4 つに分けて、それぞれの区間において重心動揺を評価した。固有感覚受容の応答周波数に対応させて評価区間を決めた。具体的には、評価区間 1(27~40Hz)、評価区間 2(40~100Hz)、評価区間 3(100~180Hz)、評価区間 4(180~272Hz) とする。評価区間 1 はマイスナー小体、評価区間 2 は筋紡錘、評価区間 4 はパチニ小体の応答周波数の周波数帯域と対応する。評価区間 3 は筋紡錘とパチニ小体の両方の応答周波数が重なる周波数帯である。(森田)

## C. 研究結果

### 患者対象研究

下腿のマイスネル小体 (腰痛なし  $1.04 \pm 0.39$  cm、腰痛あり  $0.77 \pm 0.30$  cm)、体幹のマイスネル小体 (腰痛なし  $0.98 \pm 0.26$  cm、腰痛あり  $0.79 \pm 0.24$  cm)、体幹の筋紡錘 (腰痛なし  $1.05 \pm 0.24$  cm、腰痛あり  $0.86 \pm 0.22$  cm)、体幹のファーターパチニ小体 (腰痛なし  $1.04 \pm 0.26$  cm、腰痛あり  $0.81 \pm 0.23$  cm) で有意差が認められた (各々  $p < 0.05$ )。腰痛 VAS (腰痛なし  $2.58 \pm 2.73$  cm、腰痛あり  $4.73 \pm 2.55$  cm)、転倒スコア (腰痛なし  $4.95 \pm 2.39$  点、腰痛あり  $7.07 \pm 2.46$  点) 体重 (腰痛なし  $62.48 \pm 10.04$  kg、腰痛あり  $54.23 \pm 7.86$  kg) においても有意な群間差が認められた (各々  $p < 0.05$ )。RDQ、年齢、身長においては、有意差が認められなかった。相関分析の結果、腰痛 VAS と体幹のファーターパチニ小体で ( $r = -0.34$ ,  $p < 0.05$ ) で有意な相関が認められた。(酒井)

下肢の筋紡錘 (サルコペニア群  $0.85 \pm 0.2$  cm、非サルコペニア群  $1.22 \pm 0.43$  cm)、下肢の混合 (サルコペニア群  $0.84 \pm 0.19$  cm、非サルコペニア群  $1.29 \pm 0.53$  cm) で有意差が認められた (各々  $p < 0.05$ )。下肢 SMI (サルコペニア群  $4.26 \pm 0.4 \text{ kg/m}^2$ 、非サルコペニア群  $5.04 \pm 0.66 \text{ kg/m}^2$ ) においても有意な群間差が認められた (各々  $p < 0.01$ )。下肢および体幹のマイスネル小体、体幹の筋紡錘、体幹の混合、下肢および体幹のファーターパチニ小体、RDQ、年齢、身長、体重、握力、歩行速度、腰部多裂筋断面積においては、有意差が認められなかった。相関分析の結果、サルコペニア群の下肢の筋紡錘と下肢 SMI で ( $r = 0.71$ ,  $p < 0.05$ ) で有意な相関が認められた。一方で、下肢の混合と下肢 SMI では有意な相関は認められなかった。また、非サルコペニア群は下肢 SMI と下肢の筋紡錘および混合の有意な相関は認められなかった。(山崎)

### 一般住民対象研究

ロコモ 25 によるロコモ+は 13%、ロコモ度 1 は 24%、ロコモ度 2 は 17%であった。重心動揺検査の総軌跡長(cm)、単位軌跡長(cm/秒)、左右・前後軌跡長(cm)、外周面積( $\text{cm}^2$ )、左右・前後動揺平均速度(cm/秒)の 7 つの測定値において、開眼時、閉眼時とも全ての測定値

でロコモ+で有意に不良であった( $p<0.0001$ )。ロコモ度の3群間の比較では、ロコモ度なし群とロコモ度2群、ロコモ度1群とロコモ度2群において開眼時、閉眼時とも全ての測定値でロコモ度2群で有意に不良であった( $p<0.001$ )。ロコモ度なし群とロコモ度1群では開眼時の前後軌跡長、前後動揺平均速度がロコモ度1群で有意に不良であった( $p<0.05$ ) (今釜)

また、骨粗鬆症であるOP(+)群は107名で、OP(-)と比べ有意に平均年齢が高く(67.4 vs 62.7歳)、TUG testが遅かったが(6.28 vs 5.90秒)、膝OA、骨折既往、重心動揺には有意差がなかった。SF-36は、RCSのみ有意にOP(+)で低値であった(48.7 vs 53.8)。またOP(+)はロコモ25で低い傾向あり、栄養としてHb値は有意に低かったがAlb値は差がなかった。認知症の評価や糖尿病の項目は関連しなかった。酸化ストレス・抗酸化能についてもd-ROMs値、BAP値は2群で有意な差を認めなかった(表1)。OP(+)で見られたSF-36のRCSが低下していることから、RCSに影響する因子を見るため、RCSを従属変数とした重回帰分析を行った(ステップワイズ法)。独立変数には年齢、性、BMI、膝OA、TUG、ロコモ、認知機能、Hb、HbA1c、PCS、MCSを投入した。結果、ロコモティブシンドロームのみが有意な因子として同定された( $\beta=-0.59$ ,  $R^2=0.33$ )。(関)

#### 固有感覚受容評価のための装置開発

先行研究から、足圧中心(Center of Pressure, 以降、CoP)の前後方向の重心推移と振動刺激に関係があることが分かっているため、CoPの前後方向変位(以降、CoP前後変位)のみ注目する。腰痛者と非腰痛者の各一例のCoP前後変位の時間変化をそれぞれ図2(a)(b)に示した。これらの波形から、[Dur]区間においては非腰痛者の方が腰痛者よりも前後方向の重心動揺が大きいことがわかる。他の被験者においても同様の傾向が確認された。よって振動刺激に対する重心動揺と腰痛の有無に関係があると推測される。まずは、振動刺激に対する重心動揺を定量的に評価する方法、さらに、非腰痛者に対する腰痛者の重心動揺を定量的に評価する方法を提案する。前者を最大極値間変位量(MD2M: maximum displacement between the maximum value and the minimum value)、後者を標準化最大極値間変位量(SMD2M: standardized maximum displacement between the maximum value and the minimum value)とし、下腿に対する振動刺激、腰部に対する振動刺激毎に、それぞれにおいて4つの評価区間毎に評価した。(森田)

## D. 考察と結論

### 患者対象研究

腰痛高齢患者は非腰痛高齢患者よりも、下腿と体幹のマイスネル小体の低下、体幹の筋紡錘およびファーターパチニ小体の感受性低下が認められ、RMS値は有意に低かった。一方で、腰痛と関係しているのは、体幹のファーターパチニ小体であることが認められた。腰痛高齢患者は、下腿の固有感覚受容においては、マイスネル小体のみが低下しやすいこ

とが示唆された。一方で体幹の固有感覚受容においては、マイスネル小体、筋紡錘、ファーターパチニ小体に対する感受性が低下しやすいことが認められた。

このことから、腰痛高齢患者は、下腿よりも体幹の複数の固有感覚受容が低下しやすいことが考えられ、代償的に下腿の筋紡錘やファーターパチニ小体の感受性が優位となり、姿勢制御の安定性を保持している可能性が高いことが推察される。さらに、腰痛高齢患者は、下腿と体幹のマイスネル小体の感受性が低下していることから、マイスネル小体の振動刺激に対して姿勢安定性を保つことが困難であることが示唆される。したがって、腰痛高齢患者の姿勢安定性を保つために用いられている固有感覚受容は、下腿の筋紡錘とファーターパチニ小体であることが推察される。

一方で、主観的腰痛の訴えが強い程、体幹のファーターパチニ小体の感受性が低下していることが示された。過去の研究では、多裂筋の一部の筋線維が椎間関節の関節包に付着し、ファーターパチニ小体を保護しているといわれている。したがって、本研究の対象者においても、ファーターパチニ小体を保護している多裂筋の一部の筋線維が、機械的振動刺激に対する感受性の低下が生じているかもしれない。

腰痛高齢患者は、主観的な腰痛の訴えが強い者程、体幹のファーターパチニ小体の感受性低下によって体幹方略が行えず、下腿の筋紡錘やファーターパチニ小体の固有感覚受容を代償的に利用して足関節方略を行っているのではないかと考えられる。これらのことから、腰痛高齢患者は非腰痛患者と比較して、下腿よりも体幹で複数の固有受容器が低下しやすく、主観的腰痛の訴えが強い者程、ファーターパチニ小体の感受性低下が体幹の姿勢制御に影響を与えている可能性があるだろう。

しかしながら、これらの因果関係を明らかにすることは横断研究であるため難しく、今後更なる検証が必要であろう。したがって、腰痛を有する腰部脊柱管狭窄症および変形性脊椎症と診断された高齢者は、特に体幹のファーターパチニ小体の感受性が低下しやすく、主観的な腰痛増悪に伴い、体幹の固有感覚に頼ることが上手く行えず、下腿の筋紡錘およびファーターパチニ小体の固有感覚受容の代償によって、姿勢バランスを保持している可能性が示唆される。

本研究の結論として、主観的な腰痛の訴えが強い、腰痛高齢患者は、ファーターパチニ小体の機械的振動刺激に対する体幹の感受性が低下していることが示された。（酒井）

またサルコペニアに関する研究から、サルコペニア群は下肢 SMI 値が低下している患者程、下腿の筋紡錘に対する受容器の感受性低下から COP が減少していることが示された。このことから、下肢筋量が低下しているサルコペニア患者は、下腿の筋紡錘の固有受容器が低下し、姿勢バランスが不安定になっている可能性がある。また、今回の実験によって、非サルコペニア群よりもサルコペニア群の下肢筋量低下が筋紡錘の固有感覚低下の影響をより大きく受けることが分かった。このことから、サルコペニア群の下腿の筋紡錘は非サルコペニア群と比較して低下しているといえる。すなわち、サルコペニア群の姿勢制御は他の受容器に依存しているといえる。したがって、サルコペニア群は非サルコペニア群よ

りも下腿に依存しない姿勢制御の戦略を利用し、不安定な場所での活動時に筋紡錘の固有感覚の入力が弱いため、体幹に依存しやすくなるといえる。一方で、本研究の対象となるサルコペニア群は、感覚情報を用いて姿勢制御を行うことが困難になっている可能性もある。高齢者は下腿に振動刺激を与えられると感覚入力を再度行うことが上手くできず、急速な姿勢制御ができないともいわれている。このことからサルコペニア群は、下腿の筋紡錘の固有感覚入力の低下により急速な姿勢制御はできない可能性が考えられるため、バランス機能低下に繋がっていると推察される。本研究では、サルコペニア群は非サルコペニア群と比べて下肢 SMI が有意に低下していた。一方で、下腿の筋紡錘と下肢 SMI との相関関係が認められた。サルコペニア群は、特に下腿の筋紡錘の固有感覚が低下しやすく、その一方で下肢筋量も同様に低下していく可能性がある。これらのことから、サルコペニアと診断された腰部脊椎症の高齢患者は、下肢筋量の減少により下腿の筋紡錘の固有感覚の低下を生じ、体幹に依存した姿勢制御となりバランス機能が低下していると推察される。

(山崎)

#### 一般住民対象研究

ロコモ度進行につれ有意に重心動揺の程度が強くなり、ロコモ度 1 では主に前後の不安定性、ロコモ度 2 では前後に加え左右の動揺性も見られた。ロコモ度テストは重心動揺も反映するツールとして中高齢者の転倒リスクを評価する上でも有用な可能性がある。今後の研究は継続して健診データを収集し、縦断研究・解析を行うデータを構築する。本研究の解析により、中高齢者の固有感覚受容と腰痛の関連が明らかにできる。(今釜)

また、骨粗鬆症は年齢の影響が強いため、加齢によって影響をうけると考えられる調査項目に差があると仮定したが、今回の検討では基本的特性を含め他の項目で骨粗鬆症と関連するものは少なかった。特に重心動揺検査のような静的な機能には影響が少なかった。一方 TUG で示されるように動的な運動機能には差を認めた。また、低栄養の指標の一つである Hb 値の低下は、間接的に運動機能低下に影響していると考えられた。運動機能障害をもった骨粗鬆症患者の QOL としてどのような側面が障害されているのか、SF-36 の調査からみたところ、役割・社会 RCS のスコア低下が唯一認められた。RCS は近所の人との付き合いや、仕事への参加などといった社会活動に対するサマリスコアであり、この障害が骨粗鬆症患者に多いことがわかった。また今回の検討から、社会活動に影響を及ぼすと考えられる認知機能については、関連が見られなかった。RCS に影響する項目をみるため重回帰分析を行ったところ、唯一ロコモティブシンドロームの有無が RCS に影響を与えていた。よって、骨粗鬆症患者は、運動機能の低下からロコモティブシンドロームになりやすく、転倒骨折などのリスクや不安も相まって、社会活動参加の障害を起こしていると考えられた。その結果、引きこもり、不動となりさらに運動機能の低下、骨粗鬆症の進行につながる悪循環を形成するものと考えられた。

本研究の限界は、横断研究であり QOL 低下の要因として骨粗鬆症が先か運動機能低下が先なのかについて説明できないことである。そのため引き続き研究を継続し、縦断的に検討

を行う必要があると考える。今回ロコモティブシンドロームが有意な項目として抽出されたが、ロコモティブシンドロームの定義に従って対策を行うことは、患者にとってもわかりやすく医療者側からも対応しやすいと考えられる。一方で、骨粗鬆症を含め運動機能低下やバランス能の低下などは加齢により包括的に認められることからフレイルという概念として総合的な対策が必要と考える。さらに、栄養や認知と合わせて健康寿命延伸につなげるため引き続き検討を行ってゆく予定である。（関）

#### 固有感覚受容評価のための装置開発

無作為に抽出した腰痛者3名と非腰痛者3名の振動部位毎、および評価区間毎の最大極値間変位量  $MD2M$  の結果からは、Sub 1~Sub 3は腰痛者、Sub 4~Sub 6は非腰痛者であり、腰痛者群に比べて非腰痛者群の  $MD2M$  の値が小さい場合が多いことが分かる。腰痛者の値が非腰痛者の値より大きい、あるいはほぼ同じの値の場合が存在する理由として、固有感覚受容の種類や場所によっては、腰痛者の固有感覚受容の低下が認められないことが考えられる。

次に、腰痛者15名、非腰痛者19名の被験者に対して提案した定量的評価方法を適用する。腰痛者15名の腰部刺激時の標準化最大極値間変位量  $SMD2M_{LM}^i$ 、および下腿刺激時の標準化最大極値間変位量  $SMD2M_{GS}^i$  を求めた。また、非腰痛者19名の腰部刺激時の標準化最大極値間変位量  $SMD2M_{LM}^i$ 、および下腿刺激時の標準化最大極値間変位量  $SMD2M_{GS}^i$  を求めた。非腰痛者群の  $SMD2M^i$  の平均値に対する腰痛者一人一人の  $SMD2M^i$  において1サンプルt検定を行い、腰痛者と非腰痛者間の有意差を調べた。腰痛者群の腰部に振動刺激を与えた場合、マイスナー小体 ( $p^{**}=0.006$ ) とパチニ小体 ( $p^{**}=0.009$ ) において有意差が認められた。腰痛者群の下腿に振動刺激を与えた場合、マイスナー小体 ( $p^{**}=0.007$ )、筋紡錘 ( $p^{**}=0.000$ )、およびパチニ小体 ( $p^*=0.013$ ) において有意差が認められた。

これにより、腰部刺激時と下腿刺激時どちらにおいても、腰痛者はマイスナー小体とパチニ小体の機能が低下していることを示すことが確認された。これは、先行研究において、腰痛と関係する固有感覚受容がマイスナー小体とパチニ小体であると特定された結果と一致する。よって、固有感覚受容の機能低下度合を定量的に評価する指標として標準化最大極値間変位量  $SMD2M$  が妥当であることが示唆された。

今後は、標準化最大極値間変位量  $SMD2M$  を用いた障害周波数の特定法、固有感覚受容の治療法について検討する予定である。（森田）

#### E. 健康危険情報

なし

#### F. 研究発表

## 1. 論文発表

1. Tadashi Ito, Yoshihito Sakai, Kazunori Yamazaki, Kazuma Igarashi, Noritaka Sato, Yoshifumi Morita. Proprioceptive Change Impairs Balance Control in Older Patients with Low Back Pain. *J Phys Ther Sci.* 29(10): 1788–1792, 2017.
2. Tadashi Ito, Yoshihito Sakai, Kazuma Igarashi, Reiya Nishio, Kazunori Yamazaki, Noritaka Sato, Yoshifumi Morita. Proprioceptive weighting ratio for balance control in static standing is reduced in elderly patient with low back pain. *Spine* 2018 In press
3. Yoshihito Sakai, Sadayuki Ito, Tetsuro Hida, Kenyu Ito, Atsushi Harada, Ken Watanabe. Clinical outcome of lumbar spinal stenosis based on new classification according to hypertrophied ligamentum flavum. *J Orthop Sci.* 22(1), 27-33, 2017.
4. Yoshihito Sakai, Sadayuki Ito, Tetsuro Hida, Kenyu Ito, Hiroyuki Koshimizu, Atsushi Harada. Low back pain in patients with lumbar spinal stenosis. -Hemodynamic and electrophysiological study of the lumbar multifidus muscles- *Spine Surg Relat Res* 1(2):82-89, 2017.
5. Yoshihito Sakai, Hiroki Matsui, Sadayuki Ito, Tetsuro Hida, Kenyu Ito, Hiroyuki Koshimizu, Atsushi Harada. Sarcopenia in elderly patients with chronic low back pain. *Osteoporosis and Sarcopenia* 3(4):195-200, 2017.
6. Taiki Mori, Yoshihito Sakai, Mitsunori Kayano, Akio Matsuda, Keisuke Oboki, Kenji Matsumoto, Atsushi Harada, Shumpei Niida, Ken Watanabe. MicroRNA transcriptome analysis on hypertrophy of the ligamentum flavum from patients with lumbar spinal stenosis. *Spine Surg Relat Res* 1(4):211-217, 2017.
7. Tetsuro Hida, Yoshihito Sakai, Kenyu Ito, Sadayuki Ito, Shiro Imagama, Naoki Ishiguro, Atsushi Harada. Collar Fixation Is Not Mandatory After Cervical Laminoplasty: A Randomized Controlled Trial. *Spine* 42(5):E253-E259, 2017.
8. Shiro Imagama, Zenya Ito, Kei Ando, Kazuyoshi Kobayashi, Tetsuro Hida, Kenyu Ito, Yoshimoto Ishikawa, Mikito Tsushima, Akiyuki Matsumoto, Hiroaki Nakashima, Norimitsu Wakao, Yoshihito Sakai, Yukihiro Matsuyama, Naoki Ishiguro. Rapid Worsening of Symptoms and High Cell Proliferative Activity in Intra- and Extramedullary Spinal Hemangioblastoma: A Need for Earlier Surgery. *Global Spine J.* 7(1):6-13, 2017.
9. Shiro Imagama, Zenya Ito, Kei Ando, Kazuyoshi Kobayashi, Tetsuro Hida, Kenyu Ito, Mikito Tsushima, Yoshimoto Ishikawa, Akiyuki Matsumoto, Masayoshi Morozumi, Satoshi Tanaka, Masaaki Machino, Kyotaro Ota, Hiroaki Nakashima, Norimitsu Wakao, Yoshihito Sakai, Yukihiro Matsuyama, Naoki Ishiguro. Optimal Timing of Surgery for Intramedullary Cavernous Hemangioma of the Spinal Cord in Relation to Preoperative Motor Paresis, Disease Duration, and Tumor Volume and Location. *Global Spine J.* 7(3):246-253, 2017.

10. Kazuyoshi Kobayashi, Kei Ando, Fumihiko Kato, Tokumi Kanemura, Koji Sato, Yudo Hachiya, Yuji Matsubara, Mitsuhiro Kamiya, Yoshihito Sakai, Hideki Yagi, Ryuichi Shinjo, Yoshihiro Nishida, Naoki Ishiguro, Shiro Imagama. Reoperation within 2 years after lumbar interbody fusion: a multicenter study. *Eur Spine J*. 2018.
11. 酒井義人 伊藤定之 原田 敦 伊藤研悠 飛田哲朗. 非特異的腰痛における体幹筋の電気生理学的および臨床的評価－腰部脊柱管狭窄症手術例での検討－ *J Spine Res* 8: p1054-1059, 2017.
12. 酒井義人 原田 敦 伊藤定之 小清水宏行 伊藤研悠 飛田哲朗. サルコペニアは腰部脊柱管狭窄症の手術成績に影響する. *J Spine Res* 9: p43-49, 2018.
13. Kobayashi K, Ando K, Inagaki Y, Suzuki Y, Nagao Y, Ishiguro N, Imagama S. Measures and effects on prevention of fall: the role of a fall working group at a university hospital. *Nagoya J Med Sci*. 2017 Nov; 79(4):497-504.
14. Kobayashi K, Imagama S, Inagaki Y, Suzuki Y, Ando K, Nishida Y, Nagao Y, Ishiguro N. Incidence and characteristics of accidental falls in hospitalizations. *Nagoya J Med Sci*. 79(3):291-298, 2017.
15. Imagama S, Hasegawa Y, Ando K, Kobayashi K, Hida T, Ito K, Tsushima M, Nishida Y, Ishiguro N. Staged decrease of physical ability on the locomotive syndrome risk test is related to neuropathic pain, nociceptive pain, shoulder complaints, and quality of life in middle-aged and elderly people - The utility of the locomotive syndrome risk test. *Mod Rheumatol*. 27(6):1051-1056, 2017.
16. Kasai T, Hasegawa Y, Imagama S, Sakai T, Wakai K, Suzuki K, Ishiguro N. The impact of musculoskeletal diseases on mortality-comparison with internal diseases: A 15-year longitudinal study. *J Orthop Sci*. 22(6):1126-1131, 2017.
17. Kimura A, Takeshita K, Inoue H, Seichi A, Kawasaki Y, Yoshii T, Inose H, Furuya T, Takeuchi K, Matsunaga S, Seki S, Tsushima M, Imagama S, Koda M, Yamazaki M, Mori K, Nishimura H, Endo K, Yamada K, Sato K, Okawa A. The 25-question Geriatric Locomotive Function Scale predicts the risk of recurrent falls in postoperative patients with cervical myelopathy. *J Orthop Sci*. 23(1):185-189, 2018.
18. Hida T, Imagama S, Ando K, Kobayashi K, Muramoto A, Ito K, Ishikawa Y, Tsushima M, Nishida Y, Ishiguro N, Hasegawa Y. Sarcopenia and physical function are associated with inflammation and arteriosclerosis in community-dwelling people: The Yakumo study. *Mod Rheumatol*. 2018 28(2):345-350, 2018.
19. Tanaka S, Ando K, Kobayashi K, Hida T, Ito K, Tsushima M, Morozumi M, Machino M, Ota K, Seki T, Suzuki K, Nishida Y, Ishiguro N, Hasegawa Y, Imagama S. Serum cystatin C level is associated with locomotive syndrome risk and can be an early predictor in community-living people: The Yakumo study. *Mod Rheumatol*. 28(2):1-6, 2018.

## 総説

1. 酒井義人 高齢者によくみられる疾患・障害とそれに対するリハビリテーション Geriatric Medicine Vol. 55(2), p211-215, 2017.
2. 酒井義人 高齢者の腰痛症におけるサルコペニア PAIN RESEARCH 32: p13-18, 2017.
3. 酒井義人 加齢に伴う筋の変化 ペインクリニック 38(11),p1407-1413, 2017.
4. 酒井義人 腰痛とサルコペニア 脊椎脊髄ジャーナル 30(5), p573-578,2017.

## 2. 学会発表

1. 酒井義人 小清水宏行 原田 敦 伊藤定之 伊藤研悠 飛田哲朗. 骨粗鬆症性椎体骨折保存治療におけるサルコペニアの重要性. 第46回日本脊椎脊髄病学会 2017.4.13-15. 札幌
2. 酒井義人 小清水宏行 原田 敦 伊藤定之 伊藤研悠 飛田哲朗. 高齢者慢性腰痛症に対するオピオイドを併用した薬物療法. 第46回日本脊椎脊髄病学会 2017.4.13-15. 札幌
3. 酒井義人 原田 敦 小清水宏行 渡辺 研 伊藤定之 伊藤研悠 飛田哲朗. 加齢による腰椎黄色靭帯肥厚とビタミンD. 第90回日本整形外科学会学術集会 2017.5.18.-21. 仙台
4. 酒井義人 原田 敦. サルコペニアは高齢者脊椎手術における成績不良因子である. 第54回日本リハビリテーション医学会 2017.6.15-17. 岡山
5. 酒井義人 原田 敦. 腰部脊柱管狭窄症における病態、治療効果とビタミンD. 第59回日本老年医学会 2017.6.14-16. 名古屋
6. 酒井義人 高齢者脊椎疾患とサルコペニア. 第72回日本体力医学会大会 2017.9.17-18. 松山
7. 酒井義人 松井寛樹 原田 敦 小清水宏行 伊藤定之 伊藤研悠 飛田哲朗. 腰部脊柱管狭窄症手術成績におけるサルコペニアの関与. 第19回日本骨粗鬆症学会 2017.10.20-22. 大阪
8. 酒井義人 腰痛とサルコペニア. 第25回日本腰痛学会 2017.11.3.-4. 東京
9. 小林和克 今釜史郎 加藤文彦 金村徳相 松原祐二 佐藤公治 神谷光広 吉原永武  
酒井義人 安藤 圭 石黒直樹. 歯突起後方偽腫瘍に対する固定術と除圧術—NSG 多施設研究— 第46回日本脊椎脊髄病学会 2017.4.13-15. 札幌
10. 伊藤定之 酒井義人 今釜史郎 安藤 圭 小林和克 飛田哲朗 伊藤研悠 小清水宏行 西田佳弘 石黒直樹 原田 敦. フレイルが頸椎椎弓形成術後成績に及ぼす影響. 第46回日本脊椎脊髄病学会 2017.4.13-15. 札幌
11. 小清水宏行 酒井義人 原田 敦 伊藤定之 伊藤研悠 飛田哲朗. 頸椎後方手術後のアライメント変化におけるサルコペニアと頸部後方筋群の影響. 第46回日本脊椎脊髄病学会 2017.4.13-15. 札幌

12. 都島幹人 今釜史郎 加藤文彦 伊藤圭吾 佐藤公治 安藤智洋 新城龍一 酒井義人 金村徳相 若尾典充 石黒直樹. びまん性強直性骨増殖症を伴う S 頸椎外傷における麻痺のリスク因子の検討. 第 90 回日本整形外科学会学術集会 2017.5.18.-21. 仙台
13. 飯田浩貴 渡邊 剛 竹村真里枝 松井康素 酒井義人 小清水宏行 原田 敦. 高齢者大腿骨近位部骨折患者におけるサルコペニアと低栄養の関連. 第 90 回日本整形外科学会学術集会 2017.5.18.-21. 仙台
14. 小清水宏行 酒井義人 原田 敦 伊藤定之 伊藤研悠 飛田哲朗. 頸椎椎弓形成術後の頸椎アライメントにおけるサルコペニアの影響. 第 90 回日本整形外科学会学術集会 2017.5.18.-21. 仙台
15. 松井寛樹 酒井義人 原田 敦 渡邊 剛 竹村真里枝 飯田浩貴 伊藤定之 伊藤研悠 飛田哲朗. サルコペニアにおける骨格筋量評価—脊椎疾患患者における生体インピーダンス法と二重エネルギー吸収測定法の比較—. 第 32 回日本整形外科学会基礎学術集会 2017.10.26.-27. 沖縄
16. 原田 敦 松井康素 酒井義人 竹村真里枝 渡邊 剛 飯田浩貴 松井寛樹. サルコペニアとフレイルの関係について. 第 19 回日本骨粗鬆症学会 2017.10.20-22. 大阪
17. 飯田浩貴 渡邊 剛 竹村真里枝 酒井義人 松井寛樹 松井康素 原田 敦. 高齢者大腿骨近位部骨折受傷後の骨粗鬆症治療率はなぜ低いか. 第 19 回日本骨粗鬆症学会 2017.10.20-22. 大阪
18. 松井寛樹 酒井義人 原田 敦 渡邊 剛 竹村真里枝 飯田浩貴. ルコペニアにおける骨格筋量評価—脊椎疾患患者において生体インピーダンス法は DXA 法と同等か—. 第 19 回日本骨粗鬆症学会 2017.10.20-22. 大阪
19. 渡邊 剛 原田 敦 松井康素 酒井義人 竹村真里枝 松井寛樹 飯田浩貴. 関節リウマチによる続発性骨粗鬆症と筋量減少の関係. 第 19 回日本骨粗鬆症学会 2017.10.20-22. 大阪
20. 松井寛樹 酒井義人. 腰部脊柱管狭窄症手術とサルコペニア—骨格筋の加齢性変化は手術成績にどう影響するか—. 第 25 回日本腰痛学会 2017.11.3.-4. 東京
21. 松井寛樹 酒井義人 原田 敦. 腰部脊柱管狭窄症に対する PLIF 術後遺残腰痛—骨格筋量の変化は遺残腰痛に影響するか—. 第 26 回日本脊椎インストゥルメンテーション学会 2017.10.13.-14. 金沢
22. 松井寛樹 酒井義人 渡邊 剛 竹村真里枝 飯田浩貴 原田 敦. 骨粗鬆症性椎体骨折に対する積極的入院保存治療—骨粗鬆症治療とサルコペニアの重要性— 第 58 回関東整形災害外科学会 2018.3.16.-17. 東京
23. 今釜史郎ほか. 一般住民検診における中高齢者の転倒危険因子～フレイル (frailty) の関連 日本整形外科学会 2017.5/18-5/21 (仙台)
24. 今釜史郎ほか. ロコモ度テストと重心動揺の関連～Yakumo study 日本整形外科学会 2017.5/18-5/21 (仙台)

25. 今釜史郎ほか ロコモ度テストは抑うつも反映する～Yakumo study 日本整形外科学会 2017.5/18-5/21 (仙台)
26. 今釜史郎ほか 一般住民検診における中高齢者の抑うつと痛みの関連～Yakumo study 日本整形外科学会 2017.5/18-5/21 (仙台)
27. 伊藤研悠、今釜史郎ほか 地域住民検診における腰椎アライメント変化－10年の縦断研究－ 日本整形外科学会 2017.5/18-5/21 (仙台)
28. 鈴木謙太郎、今釜史郎ほか 脊椎アライメント不良および脊椎可動域低下は頸部痛、腰痛と関連する 日本整形外科学会 2017.5/18-5/21 (仙台)
29. 都島幹人、今釜史郎ほか 住民検診における脊柱アライメントと呼吸機能の検討 胸椎の可撓性と酸素飽和度は関連するか？ 日本整形外科学会 2017.5/18-5/21 (仙台)
30. 安藤 圭、今釜史郎ほか JOACMEQ と頸椎アライメントとの関連 日本整形外科学会 2017.5/18-5/21 (仙台)
31. 関 泰輔、長谷川幸治、竹上靖彦、天野貴文、小松大悟、樋口善俊、笠井健広、大倉俊昭、大澤郁介、森田大悟、石黒直樹。一般住民健診におけるロコモ度と低栄養に関連する因子の検討. 第 89 回日本整形外科学会学術総会
32. 関 泰輔、今釜史郎、竹上靖彦、小松大悟、樋口善俊、笠井健広、大澤郁介、草野大樹、西田佳弘、石黒直樹、長谷川幸治。4 年間の骨密度変化に影響する抗酸化栄養素血清値と食品摂取頻度の縦断的研究. 第 90 回日本整形外科学会学術総会
33. 関 泰輔、竹上靖彦、樋口善俊、笠井健広、森田大悟、大澤郁介、大倉俊昭、草野大樹、金子慎也、牧田和也、石黒直樹。骨粗鬆症患者の QOL を低下させる要因の同定. 第 91 回日本整形外科学会学術総会
34. 西尾玲哉、五十嵐知真、森田良文、伊藤忠、酒井義人、山崎一徳。腰痛に関係する固有受容器の機能低下のみえる化技術：重心動揺試験に基づく評価法，第 62 回システム制御情報学会研究発表講演会(SCI'18) (2018.5)
36. 伊藤忠、酒井義人、山崎一徳、山田彩加、五十嵐知真、及川真人、森田良文、腰部脊椎症に罹患した高齢者における腰背筋断面積の性差の違いと転倒スコアとの関連. 第 52 回日本理学療法学会学術大会，千葉，2017 年 5 月

#### G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得  
なし
2. 実用新案登録  
なし
3. その他  
なし