

I. 総括研究報告

長寿医療研究開発費 平成 26 年度 総括研究報告

高齢者における体幹および下肢の固有感覚受容が腰痛及び易転倒性に与える影響と腰痛および転倒予防に対する **proprioceptive approach** への応用 (26-7)

主任研究者 酒井義人 国立長寿医療研究センター 脊椎外科医長

研究要旨

本研究は高齢者の腰痛と易転倒性について、体幹と下腿の固有感覚受容の観点から原因解明を求め、ひいては腰痛治療や転倒予防に発展させるための基盤となる研究であり、患者対象研究、一般住民対象研究および固有感覚受容評価のための装置開発の 3 つの主要研究からなる。

患者対象研究

腰痛患者を対象とした研究では、本研究では、腰部多裂筋と下腿三頭筋への振動刺激時の固有受容加重比率の性差と腰痛との関係を検証した。腰部脊柱管狭窄症および変形性脊椎症と診断され入院中の 65 歳以上の腰痛高齢患者 28 名と非腰痛高齢患者 46 名を対象とした。体幹と下肢における固有受容加重比率 (**Relative Proprioceptive Weighting ratio : RPW**) 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各々 30 Hz、60 Hz、150 Hz、240 Hz の振動刺激を与え、閉眼での足圧中心(COP)の変位を重心動揺計で測定した。腰痛の評価は **Visual Analogue Scale (VAS)**、**Roland Morris Disability Questionnaire (RDQ)** で行った。転倒の評価は、転倒スコアで評価した。腰痛高齢患者では 30 Hz 刺激での RPW で下腿優位の反応を、240 Hz 刺激の RPW で体幹優位の姿勢制御を示した。60 Hz 刺激では腰痛高齢患者で高い傾向を示したが有意差は認めなかった。主観的な腰痛の強さと 240 Hz 刺激の RPW で低い負の相関関係が認められた。しかしながら、転倒スコアとすべての RPW では、有意な相関はなかった。振動に対する固有感覚受容器は周波数により異なり、30 Hz がマイスネル小体、60 Hz が筋紡錘、240 Hz はファーターパチニ小体が呼応すると考えられている。固有感覚は年齢とともに低下すると考えられ、腰痛高齢患者では体幹での低周波数に対する固有感覚が低下し、高周波数に対する呼応で代償されていると考えられた。また、主観的な腰痛の訴えが強い患者程、高周波数の固有感覚は下腿よりも体幹優位の姿勢制御となるこ

とが示された。このことから、体幹と下腿の固有感覚に対する多様な固有感覚刺激による評価を実施する必要がある。(酒井)

腰部脊柱管狭窄症の運動機能をロコモティブシンドロームの観点から調査した。腰部脊柱管狭窄症患者、男性 101 名、女性 73、合計 174 名(平均年齢 72.7 ± 6.35 歳)を対象にロコモティブシンドロームの評価として握力、開眼片脚起立時間、10m 歩行速度、3m Timed Up & GO test(TUG)、足腰指数 25 の評価を行った。その結果、足腰指数のカットオフ値を今回の被検者ほぼ 9 割(152 名)が越えていた。65 歳以上の被検者では、特定高齢者の標準値と比べて片脚起立時間はほぼ倍の優れたバランス能力を示すものの、TUG はほぼ同等であった。これに対して、握力は特定高齢者と 65 歳以上の被検者は同等であるが、75 歳以上の男性の被検者は、大塚らの健常者のデータを比べて低下していた。握力は局所的な筋力の指標となるのみではなく、有酸素能力とも良く相関するとされており、今回の脊柱管狭窄症の術前患者の中で 80 歳以上の男性は、歩行距離の減少に起因する体力低下のリスクが大きいことを示唆していると考えられた。(近藤)

一般住民対象研究

転倒の発生リスクが高いとされる 80 歳以上の地域在住高齢者を対象として、感覚統合機能と転倒リスクとの関連を明らかにすることを目的とする。80 歳以上の地域在住高齢者 67 名(平均年齢 83.9 歳、女性 23 名)を対象に、転倒リスクとダイナミック平衡機能測定装置イクイテストによる感覚統合機能テストとの関連を調べた。その結果、80 歳以上の地域在住高齢者において、姿勢制御に必要な感覚統合機能が低下した状態は転倒リスクと関連することが示唆され、感覚受容器の機能を評価するとともに、これらの機能を賦活させる、もしくは低下を予防するための戦略が重要であろうと考えられた。(島田)

また従来報告されている腰痛と易転倒性における固有感覚低下の程度を一般住民レベルで解明することを目的として、北海道八雲町の検診からサルコペニア、重心動揺にかかわる運動器由来の危険因子を同定した。2014 年の横断的研究として毎年 535 名の検診をおこなった。検診項目は膝・腰検診、膝腰レントゲン、超音波骨密度、筋量測定(In Body)、10m 歩行速度、40 cm 踏み台昇降、背筋力、最大歩幅、ロコモテスト、スパイナルマウスである。特にロコモティブ症候群・サルコペニア、重心動揺にかかわる運動器由来の危険因子の同定を行った。また 15 年前の検診時に変形性膝関節症(K-L2 以上)、骨粗鬆症、変形性脊椎症と診断され、内科疾患として糖尿病 DMHbA1C6.5 以上、高脂血症、高血圧と診断された住民 650 名の予後を調査した。サルコペニア罹患者は正常筋量者よりも骨密度は低く、骨粗鬆症が重篤であった。低栄養活動性の低下など骨量低下と筋量低下に共通した因子の関与が考えられた。サルコペニア肥満群では最大歩行速度、背筋力、握力、3mTUG、最大歩幅、ツーステップテストで有意な低下を

認めた。重心動揺検査で前後動揺がサルコペニア群は-1.45 cm、非サルコペニア群では-1.72 cmと有意に前方へ変位していた。2015年の15年間の縦断研究として15年前に膝関節症(OA)や糖尿病(DM)と診断された場合OAの死亡のCox hazard ratioは1.972(95%CI:1.356-2.867)であり、DMは1.965(95%CI:1.146-3.368)となった。つまりOAはDMとほぼ同等の死亡の危険因子であった。更に危険因子であったのは喫煙習慣1.706(95%CI:1.141-2.552)、骨粗鬆症1.614(95%CI:1.126-2.313)であった。(長谷川)

一方、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、近年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。また体幹筋と下肢筋での固有感覚のアンバランスも問題となる事が指摘されている。農村地域の一般住民における、大規模調査においても、腰痛のある者は左右への動揺性が増強し、重心が前方へ移動することが明らかになった。また、従来の腰痛が体性固有感覚への関与していることを裏付ける結果となった。また1年後の腰痛改善の予測因子は、①膝痛VASの低値、②背筋力の高値、③ロコチェックの低点数となった。(伊藤)

固有感覚受容評価のための装置開発

腰痛及び易転倒性を治療・予防するために、機能低下した固有感覚受容を賦活化させるべく、治療・予防機器を開発することを最終目的とし、平成27年度においては、継続的な臨床実験の結果から、高齢者と若年者のバランス機能の比較を行い一定の知見を得た。また患者固有の障害周波数を検知する目的として周波数可変式振動デバイスを開発した。(森田)

主任研究者

酒井義人 国立長寿医療研究センター 脊椎外科医長

分担研究者

近藤和泉 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部長

島田裕之 国立長寿医療研究センター 自立支援開発研究部室長

長谷川幸治 名古屋大学大学院医学系研究科総合医学専攻下肢関節再建学

寄付講座教授

伊藤全哉 名古屋大学医学系研究科 整形外科 特任助教

A. 研究目的

患者対象研究

固有感覚は姿勢制御にとって重要な感覚である。近年、腰痛患者では体幹における固有感覚の低下から下腿優位での姿勢制御となることが示されている (Brumagne S, et al. 2004, Claeys K, et al. 2011)。腰痛患者においては、また体幹の筋紡錘の機能低下がみられ、一方で、固有感覚の低下から生じる姿勢の不安定性と、腰痛との関連性があるとも報告されている (Mazaheri M, et al. 2014, Ruhe A, et al. 2011)。このことから、腰痛を伴う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ことが考えられる。

腰部疾患に罹患した後期高齢者を対象とした、筋紡錘への局所振動刺激時の重心動揺と転倒リスクとの関係を検証した報告によれば、転倒経験者は未経験者よりも下腿優位の姿勢制御を示し、経験と転倒スコアとの正の相関が認められる (伊藤ら、2013)。したがって、腰痛患者の場合体幹の固有感覚低下が姿勢調節障害を起こす可能性が高いかもしれない。

固有受容器は、運動および姿勢の変化や外部接触などによる圧迫などで起こる、皮膚、筋腱、関節の変化を感受する細胞である。これらの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。例えば、マイスネル小体は皮膚の触知を、筋紡錘は筋の長さとその伸長速度を、ファーターパチニ小体は皮膚への振動を感受する。これらは、それぞれの受容器が応答周波数を持っている。

姿勢を維持する上で、感覚受容器からの入力割合は年齢により異なり、健常成人では閉眼時の動揺の増加は軽微なものであるが、65歳以上では感覚受容器の入力の割合に変化が起こり、動揺は増加するとされている。一方で、傍脊柱筋の正確な筋紡錘の入力が腰部の位置制御に重要であるといわれている (Brumagne S, et al. 1999)。腰痛患者は腰部多裂筋での姿勢調節機能が低下し、体幹の筋紡錘に頼ることが困難となり、腓腹筋優位の反応を示し姿勢が不安定になるといわれている。ただし、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。これまで、慢性腰痛を有した腰痛患者での研究や筋紡錘の振動刺激以外での姿勢制御を評価した研究は散見される程度である。

慢性腰痛における姿勢調節障害の発生機序は、痛み、協調運動の低下、固有感覚の低下などが挙げられるが、どの固有受容器の感受性低下が姿勢不安定性の要因に対する詳細な理由は明白でない。

そこで本研究では、特に固有感覚が低下していると思われ、慢性腰痛を有する高齢患者と慢性腰痛を有さない高齢患者を対象に、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、低下しやすい固有感覚を特定し、慢性腰痛特有の姿勢制御を検討する。(酒井)

また、腰部脊柱管狭窄症患者は間歇性跛行に伴う歩行距離の減少により、ロコモティブシンドロームおよびフレイルにリスクが高いと考えられる。術前の患者を対象に握力、開眼片脚起立時間、10m 歩行速度、3m Timed Up & GO test(TUG)、足腰指数 25 の評価を行い。ロコモティブシンドロームおよびフレイルのリスクを検討した。(近藤)

一般住民対象研究

高齢期における転倒の発生は、将来の日常生活活動能力の低下を招いたり、要介護の発生リスクを高めることが懸念されており、その要因を多面的に評価して、予防のための適切な戦略を構築することが望まれる。とくに、80 歳以上では転倒リスクが 1.7 倍に増大することが報告されており (Rubenstein LZ, et al. 2002)、高齢になればなるほどに、転倒への対策が重要となる。

高齢者の転倒発生に影響する身体的な要因のひとつにバランス機能の低下が挙げられており、この背景には固有感覚受容器の加齢変化が関与していることが推察される。通常、バランス機能は、安静時の立位保持能力などの静的なバランスと重心位置の移動や外乱刺激に対する姿勢制御などの応答が求められる動的なバランスの両面から評価される。これらのいずれの姿勢制御の能力とともに、転倒を予防するためには不可欠な要因と考えられるが、感覚の統合機能を評価するために、感覚・知覚が発揮されるさまざまな条件を考慮した姿勢制御課題における平衡機能を測定する EquiTest の活用が散見され、転倒予防の取り組みの効果検証 (Beling J, et al. 2009, Carter ND, et al. CMAJ 2002) や転倒リスク要因の探索 (Buatois S, et al. 2006, Vouriot A, et al. 2004) などに用いられている。

一般住民を対象のうち、転倒の発生リスクが高いとされる 80 歳以上の地域在住高齢者を対象とした感覚統合機能と転倒リスクとの関連を明らかとすることを目的とする。

(島田)

また、農村地域の一般住民で構成される北海道八雲コホート調査において、腰痛検診、膝関節検診、易転倒性検診の対象者に対して重心動揺検査および生体インピーダンス法 (BIA) を行う。ロコモティブ症候群・サルコペニア、重心動揺にかかわる運動器由来の危険因子を同定する。(長谷川)

一般住民における高齢者のバランス機能の低下と腰痛、易転倒性の関連調査、腰痛患者・易転倒性患者における体幹・下肢の固有感覚受容の低下との関連性を調べることを目的とした。具体的に我々の担当として、農村地域の一般住民で構成される北海道八雲町のコホート調査において、腰痛検診、膝関節検診、易転倒性検診の対象者に対して、

重心動揺検査および生体インピーダンス法（BIA）を行う。従来報告されている、腰痛と易転倒性における固有感覚低下の程度を一般住民レベルで解析することを目的とした。（伊藤）

固有感覚受容評価のための装置開発

高齢者と若年者のバランス機能の比較を行うことでバランス機能に関する新たな知見を得ることを第一の目的とする。そのために、高齢者のデータ収集を名古屋工業大学がサポートする形で平成 26 年度から継続して実施している。若年健常者のデータ収集は平成 26 年度に終了している。また、患者固有の障害周波数を検知するための周波数可変式振動デバイスを開発することを第二の目的とした。（森田）

B. 研究方法

患者対象研究

痛みが 3 ヶ月以上継続している慢性腰痛を有し、腰部脊柱管狭窄症および変形性脊椎症と診断され入院中の 65 歳以上の腰痛高齢患者 28 名（平均年齢 75.5 ± 5.1 歳、身長 157.9 ± 7.9 cm、体重 59.5 ± 10.5 kg）と非腰痛高齢患者（平均年齢 73.8 ± 5.3 歳、身長 152.1 ± 7.4 、体重 56.9 ± 11.6 kg）を対象とした。

慢性腰痛の診断において、脊椎外科専門医の問診により、Roland-Morris Disability Questionnaire（RDQ）が 1 点以上、Visual Analogue Scale（以下 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こととした。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。

対象者には、振動偏位固定・周波数可変型の振動デバイスを用いて、左右の腓腹筋および傍脊柱筋に対して機械的振動刺激を与えた。振動子の振動刺激は前後方向のみであり、振動子の振動刺激が重心動揺計の波形に影響を与えないことを周波数解析で確認した。また、同時に 2 箇所に対し同一刺激を体表から触知可能な筋に与えることができるよう製作した。

振動刺激の周波数は 30 Hz（マイスネル小体）、60 Hz（筋紡錘）、240 Hz（ファーターパチニ小体）とした。振動子部分は、人体に直接ゴムバンドで取り付け、下腿と腹囲の周径から、振動デバイスの着用バンドの長さを調整し、振動刺激の強さを対象者間で一定となるようにした（図 1）。重心動揺計には、Wii Balance Board（任天堂社製）を用いた。

計測の手順を以下に示す。計測時間を 30 秒とする 1 セットの計測では振動刺激を腰部多裂筋と下腿三頭筋のどちらか一方に与える。振動刺激を腰部多裂筋と下腿三頭筋に交互に与えるため、1 人の対象者に対して 8 セットの計測を行った。計測条件は閉足、閉眼とし、計測時間（1 回 30 秒間）を、15 秒ごとの 2 区間に分けた。区間に対する振動刺激の条件を前半の 15 秒は振動刺激なし（Pre）、後半の 15 秒はあり（During）と設定し、Pre および During での重心動揺を計測した。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。

以下、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重心動揺の平均位置の変化量を算出した。この変化量を dy とし、 $dy = Y(-) - d - Y(-) - p$ により求めた。ここで $Y(-) - d$ は During における、 $Y(-) - p$ は Pre 間の CoPy 前後方向（以下 CoPy）の平均位置を表す。振動刺激を与える際に、 dy が正であれば CoP が前方に移動、負であれば後方に移動したことを示す。

固有受容優位に関する追加情報を得るために、相対的な固有受容加重比率（Relative Proprioceptive Weighting ratio: RPW）を次の式により計算した。

$$RPW = \frac{(\text{abs } dy \text{ GS})}{(\text{abs } dy \text{ GS}) + (\text{abs } dy \text{ LM})}$$

abs dy GS、abs dy LM は、それぞれ腰部多裂筋刺激、下腿三頭筋刺激時の平均 CoPy の偏位 (dy) の絶対値である。この計算式によって、腰部多裂筋と下腿三頭筋のどちらを優位にして姿勢制御を行っているかを算出した。RPW が 100% に近づく程、腓腹筋の固有受容器優位の姿勢制御に相当し、0% に近づく程、傍脊柱筋の固有受容器優位の姿勢制御に相当する。腰痛の評価は VAS を用いて起居動作や歩行など動作時の主観的な腰痛の程度を測定し、質問紙で RDQ の評価を行った。転倒の評価は、転倒スコアを自己記入方式で評価した。

腰痛高齢患者群と非腰痛高齢患者群に対象者を分類し、RPW、VAS、RDQ、転倒スコアについて群間比較を行った。群間比較は、対応のない t 検定を用いた。また、RPW の結果と、VAS、RDQ、転倒スコアとの関連性を検証するために Pearson 相関係数を用いた。解析には IBM SPSS statistics ver. 20（日本アイ・ビー・エム株式会社）を用い有意水準は 5% とした。（酒井）

高齢者腰椎変性疾患におけるバランス感覚については、国立長寿医療研究センターで腰椎脊柱管狭窄症の手術予定となっている患者、男性 101 名、女性 73、合計 174 名（平均年齢 72.8 ± 6.13 歳）を対象とした。

以下の評価を術前に実施した。

1. 握力

両側を計測し、利き手側を代表値とした。握力計は Smedley type のものを使用した。同じ Smedley type の握力計を用いた高齢者の標準値は大塚らによって報告されている¹⁾(表 1)。

2. 開眼片脚起立時間

左右の片脚起立をそれぞれ 2 回計測し（左右で合計 4 回）、4 回の計測値の中で、もっとも長い時間を採用した。

3. 5m 歩行時間

10m の歩行路の 3m～ 8m の部分の歩行時間を計測。2 回計測し、短い方を代表値とした。

4. Timed Up and Go (TUG) Test

座面高 42cm の椅子から立ち上がった後、3m 先の目標まで歩行したのち方向転換し、元に戻り座るまでの時間を計測した。3 回試行し、もっとも時間が短かった試行を採用した。

5. 足腰指数 25

運動器障害により要支援・要介護となるリスクの高い状態をロコモティブシンドローム（運動器症候群、ロコモ）と呼ぶことが、日本整形外科学会により提唱されており、足腰指数 25（別表）は、厚生労働科学研究費補助金 長寿科学総合研究事業【運動器機能不全の早期発見ツールの開発】（主任研究者 星野雄一）により策定されたロコモ診断ツールである 2)。今回は被検者に対して 25 項目の項目に関する質問を行い、0（障害なし）～ 4（最重症）の 5 段階の選択肢に回答してもらった。ロコモと判定するカットオフ値は 2011 年 3 月の段階で 16 点とされている。（近藤）

一般住民対象研究

一般住民における腰痛と転倒と固有感覚受容の評価については、対象は、80 歳以上の地域在住高齢者 67 名（平均年齢 83.9 歳、女性 23 名）とした。なお、脳卒中、パーキンソン病、認知症の既往歴のある者は除外した。

感覚・知覚の統合機能の評価として、ダイナミック平衡機能測定装置イクイテスト（MPS-3100 シリーズ、Neuro Com 社製）を用いて、感覚統合機能テスト（Sensory Organization Test: SOT）を実施した。SOT では、異なる 6 条件での重心動揺変化から平衡保持の能力を評価する。異なる 6 条件で 20 秒間の立位姿勢保持時における重心動揺を評価し、各条件における立位姿勢の安定性を測定装置に組み込まれたアルゴリズムに基づき 0 から 100 点で評価される。6 条件での平衡機能スコアを基にした総合評価が 100 点満点で評価される。

- ・条件 1) 開眼直立
- ・条件 2) 閉眼直立

- ・条件 3) 開眼直立+前景変動 (被験者の動揺に対応して前景が変動する。被験者の目の位置と前景の距離は一定に保持)
- ・条件 4) 開眼直立+床面変動 (被験者の前後同様に対応して床面が上下に動揺する。前景は固定)
- ・条件 5) 閉眼直立+床面変動 (被験者の前後同様に対応して床面が上下に動揺する)
- ・条件 6) 開眼直立+前景変動+床面変動 (条件 3 と条件 4 の組み合わせ)。

転倒のリスクは、Timed Up and Go テスト (TUG) および転倒恐怖感の有無によって判断した。TUG は、椅子座位から立ち上がり、3m 前方に設置した目印まで歩行して方向転換し、再び椅子座位に戻るまでの所要時間を計測した。歩行する速度は、通常で歩行する速さを条件として計測した。転倒恐怖感は、転倒に対する恐怖感の有無を 4 件法 (全く怖くない、怖くない、やや怖い、大変怖い) で聴取して、「やや怖い」、または、「大変怖い」と回答した者を転倒恐怖感がありと判断した。感覚・知覚の評価としての SOT と転倒リスクとの関連性を対応のない T 検定およびピアソンの相関分析を用いて検証した。(島田)

転倒と下肢機能、固有感覚受容との関連調査は、北海道八雲町における一般住民におけるコホート調査を行った。検診項目は膝・腰検診、膝腰レントゲン、超音波骨密度、筋量測定 (In Body)、10m 歩行速度、40 cm 踏み台昇降、背筋力、最大歩幅、ロコモテスト、スパイナルマウスである。特にロコモティブ症候群・サルコペニア、重心動揺にかかわる運動器由来の危険因子の同定を行った。また 15 年前の検診時に変形性膝関節症 (K-L2 以上)、骨粗鬆症、変形性脊椎症と診断され、内科疾患として糖尿病 DMHbA1C6.5 以上、高脂血症、高血圧と診断された住民 650 名の予後を調査した。(長谷川)

腰痛と固有感覚受容の評価には、長谷川の研究同様、北海道八雲町における一般住民におけるコホート調査を北海道八雲町における一般住民におけるコホート調査を平成 27 年 8 月 21 日～8 月 23 日の 3 日間にかけて行った。一般住民検診に参加した 523 名のうち、整形外科検査を受診したには 323 名であった。検診患者数は、腰椎検診 320 名、膝検診 321 名であった。重心動揺検査を 323 名に、生体インピーダンス法による骨格筋量測定を 322 名に行った。すべての検診参加者に、問診による腰痛、関節痛の有無と程度を VAS、JOA スコアで評価した。現在すべてのデータを収集し、横断研究用として解析した。また、前述した調査に加え、ロコモ度、背筋力、握力測定などを含めた運動器検診を測定し、前年度の結果と比較検討することで、改善予測因子を検討した。(伊藤)

固有感覚受容評価のための装置開発 (森田)

高齢者と若年者の固有感覚受容の相違を作成したデバイスで評価することと、そのデータを元に周波数可変式振動デバイスの開発し、患者固有の固有感覚異常を呈する異常周波数を特定できるか評価する。

(1) 高齢者と若年者のバランス機能の比較

平成 27 年度には、高齢者 54 名に対して被験者実験を行った。これにより高齢者の総数は 128 名（男性 56 名、女性 72 名、年齢 75.0 ± 5.1 歳）となった。これを腰痛の有無で分けると、非腰痛群 74 名（年齢 73.9 ± 5.1 歳）と腰痛群 54 名（年齢 76.5 ± 4.9 歳）となる。また健常若年者は 25 名（男性 12 名、女性 13 名、年齢 21.6 ± 1.2 歳）、健常中年者は 25 名（男性 13 名、女性 12 名、年齢 46.0 ± 3.0 歳）である。

臨床試験プロトコールを以下に示す。被験者に振動刺激を与えたときの静止立位時における重心動揺として足圧中心（CoP）を測定した。1 ステップを[EO]から[Post]の 5 区間に分けて CoP の動揺を解析した。さらに振動刺激の周波数と振動刺激を与える部位を変えて測定した。振動刺激の周波数は 30, 60, 150, 240Hz の振動刺激を与える部位は下腿三頭筋（Gastrocnemius soleus muscle、以下 GS）と腰部多裂筋（Lumbar multimus muscle、以下 LM）である。振動刺激を与えた時の CoP の動揺を調べるために、下腿刺激時 CoP 前後方向移動量 ΔMY_{GS} 、腰部刺激時 CoP 前後方向移動量 ΔMY_{LM} 、および固有受容加重比率（RPW: Relative Proprioceptive Weighting）を用いる。

(2) 周波数可変式振動デバイスの開発

下記要求仕様を目指して周波数可変式振動デバイスを開発した。

- [1] 振動子の振動周波数を 20~300Hz の範囲で 1Hz の刻みで変更できること
- [2] 振動子の振動振幅を 0.1~1.0mm の範囲で 0.1mm の刻みで変更出来ること
- [3] 振動子のケーブルが外れた場合、接続中を示すランプが消灯すること
- [4] PC と接続することで振動子の振動周波数と振動振幅を変更できること

平成 27 年度は、残された課題として[2]の調整と[4]のソフトウェア開発を実施した。

C. 研究結果

患者対象研究

非腰痛高齢患者と比較して腰痛高齢患者は、30 Hz の RPW（非腰痛高齢患者 = $47.4 \pm 28.6\%$ 、腰痛高齢患者 = $60.9 \pm 21.3\%$ 、 $p < 0.05$ ）が下腿優位の反応を示し、240 Hz の RPW（非腰痛高齢患者 = $62.5 \pm 22.5\%$ 、腰痛高齢患者 = $46.7 \pm 26.1\%$ 、 $p < 0.01$ ）が体幹優位の反応を示し、それぞれ有意差が認められた。60 Hz の RPW（非腰痛高齢患者 = $54.8 \pm 24.5\%$ 、腰痛高齢患者 = $59.7 \pm 25.0\%$ ）、150 Hz の RPW（非腰痛高齢患者 = $56.3 \pm 29.0\%$ 、腰痛高齢患者 = $52.5 \pm 25.1\%$ ）は有意差が認められなかった。VAS（非腰痛高齢患者 = $3.5 \pm 2.6\text{cm}$ 、腰痛高齢患者 = $6.6 \pm 1.7\text{cm}$ 、 $p < 0.01$ ）と RDQ（非腰痛患者 = 9.4 ± 5.4 点、腰痛高齢患者 = $13.4 \pm 6.6\text{cm}$ 、 $p < 0.01$ ）は腰痛高齢患者が痛みを強く訴え有意に高値であったが、転倒スコアには有意差はなかった。また、240 Hz の RPW と VAS との間に低い負の相関関係が認められた。（酒井）

高齢者腰椎変性疾患である腰部脊柱管狭窄症患者におけるバランス感覚の評価では、

1. 握力

利き手は右 164、左 10 名であり、右平均 $26.3 \pm 9.03\text{kg}$ 、左平均 $25.2 \pm 8.44\text{kg}$ 。利き手を代表値とした場合は、 $26.6 \pm 9.03\text{kg}$ であった。男性では 80 歳以上で健常高齢者に比べて握力が低くなる傾向があったが、女性では各年齢帯ともに大きな差は無かった。

2. 開眼片脚起立時間

開眼片脚起立時間において、60 秒まで片脚起立できたのは 45 名で残り 130 名の片脚起立時間の平均は 15.9 ± 15.51 秒であった。

3. 5m 歩行時間

1.3s～6.6s の間に分布。平均は $3.3 \pm 0.89\text{s}$ であった。

4. Timed Up and Go (TUG) Test

5.2～32.6s の間に分布。平均は $10.9 \pm 4.24\text{s}$ であった。

5. 足腰指数 25

平均 34.3 ± 17.02 点であった。カットオフ値を越えたものは、152 名であり、術前は、ほぼ 9 割がロコモに該当することとなった。（近藤）

一般住民対象研究

高齢者における転倒と固有感覚受容については、対象者 67 名のうち、31 名（46.3%）で転倒恐怖が有しており、転倒恐怖感の有無と年齢には有意な関連を認めなかった（転倒恐怖感あり群 83.9 ± 3.0 歳、転倒恐怖感なし群 83.9 ± 2.7 歳、 $p = 0.915$ ）。TUG の平均値は 10.4 ± 2.7 秒であり、転倒リスクのカットオフ値を 10.5 秒と設定した場合（Chantanachai T, et al. 2014）、29 名（43.3%）で転倒リスクを有していた。

SOT と TUG の相関分析の結果、SOT 総合スコアと TUG では有意な負の相関を認め（ $r = -0.42$ 、 $p = 0.001$ ）、TUG の成績が良好であれば、SOT 総合スコアによる感覚統合機能が優れていることが示された。また、 $\text{TUG} < 10.5$ 秒の群における SOT 総合スコアは 65.0 ± 9.6 点、 $\text{TUG} \geq 10.5$ 秒の群では 58.5 ± 11.0 点であり、有意な群間での差異を認めた（ $p = 0.013$ ）。

SOT と転倒恐怖感との関連においては、転倒恐怖感を有する群での SOT 総合スコアは 60.5 ± 11.4 点であり、転倒恐怖感を有しない群の 63.7 ± 9.9 点との間で有意な差異は認められなかった。しかし、SOT の各条件におけるスコアを比較すると、最も複雑な感覚・知覚の統合が要求される条件 6) の開眼直立＋前景変動＋床面変動を伴う条件において、群間での有意な差異を認めた（転倒恐怖感あり群 54.1 ± 11.7 点、転倒恐怖感なし群 59.8 ± 8.9 点、 $p = 0.046$ ）。（島田）

ロコモ度テストを八雲町住民検診で検証した。両足立ち上がりテストはロコモ 25 と良く相関した。片足立ち上がりは再現性が低く問題がある。ツーステップテストはワンステップテストと同様であった。

サルコペニア罹患者は正常筋量者よりも骨密度は低く、骨粗鬆症が重篤であった。低栄養活動性の低下など骨量低下と筋量低下に共通した因子の関与が考えられた。サルコ

ペニア肥満の有病率は男性 12.5%、女性 15.1%であった。サルコペニア肥満群では最大歩行速度、背筋力、握力、3mTUG、最大歩幅、ツーステップテストで有意な低下を認めた。重心動揺検査で前後動揺がサルコペニア群は-1.45 cm、非サルコペニア群では-1.72 cmと有意に前方へ変位していた。筋量減少によることが原因であると考えた。筋量計による筋量パラメーターはロコモ度、運動機能と関連があった。特に四肢筋肉率は相関が強かった。筋肉率・四肢筋量はロコモの有用な指標となると考えた。ロコモ関連の運動機能検査の男女別カットオフ値が得られた。ロコモ予防や介入に有用であると考えた。

2015年の15年間の縦断研究として重要な発見は、15年前に膝関節症(OA)や糖尿病(DM)と診断された場合OAの死亡のCox hazard ratioは1.972(95%CI:1.356-2.867)であり、DMは1.965(95%CI:1.146-3.368)となった。つまりOAはDMとほぼ同等の死亡の危険因子であった。更に危険因子であったのは喫煙習慣1.706(95%CI:1.141-2.552)、骨粗鬆症1.614(95%CI:1.126-2.313)であった。(長谷川)

腰痛と固有感覚受容の評価では、重心動揺検査と腰椎アンケートを受診し、両方のデータを収集できた320名を対象に、その関連性について統計・解析を行った。腰痛のVAS値の中間値をもとに腰痛ありとなしの2群にわけ、検討した。開眼検査においては明らかな有意差は見られなかったものの、閉眼検査において、前後動揺平均中心変位では、腰痛が有すると、前方へ有意に変位していた。また、ロンベルグ率でも、腰痛あり群では、軌跡長、前後動揺平均中心変位、左右軌跡長で有意な増加を認めた。また1年後の腰痛改善の予測因子は、①膝痛VASの低値、②背筋力の高値、③ロコチェックの低点数となった。(伊藤)

固有感覚受容評価のための装置開発(森田)

(1) 高齢者と若年者のバランス機能の比較

年度までに収集した若年者と高齢者のデータについて、それぞれ若年者群と中年者群、腰痛群と非腰痛群に分けて解析を行った結果、下腿に振動刺激を与えた場合、全ての群においてCoPが後方に移動する傾向があり、この生体反応は全ての周波数において確認された。

(2) 周波数可変式振動デバイスの開発

開発した周波数可変式振動デバイスの構成は、振動子としてスピーカー(Aurorasound, NSW1-205-8A)を用いる。アンプ内のマイコン(マルツエレクト、MPSOC5-MB)にはPCからの指令値に対する電圧ゲインのマップが用意されており、これにより周波数に依らず一定の振幅が実現される。周波数可変式振動デバイスをPCに接続して、一定の振幅かつスイープ周波数を有する振動刺激を付与するためのソフトウェアVibDev ver.1.0を開発した。

D. 考察と結論

患者対象研究

腰痛高齢患者は体幹のマイスネル小体が低下した場合、下腿優位の姿勢制御を示すことが認められた。一方で、下腿のファーターパチニ小体が低下した場合においては、体幹優位の姿勢制御を示した。これは、固有感覚低下に伴う姿勢調節機能の低下は、腰痛の影響によって感受性が低下しやすい固有感覚が異なる要因となる可能性を示唆するものである。さらに、下腿のファーターパチニ小体の感受性が低下しているほど、VASの値が高くなることが示された。このことから、腰痛高齢患者はマイスネル小体と筋紡錘よりも、ファーターパチニ小体の機械的振動刺激に対する下腿の感受性が低下していると思われる。また、腰痛高齢患者の固有感覚は、体幹の筋紡錘の感受性が加齢に伴い低下し、下腿優位となることが考えられるが、本研究では非腰痛患者と比較しても体幹の筋紡錘の感受性が特に低下しているような傾向は認められなかった。

このことから、低周波数（マイスネル小体）に対する感受性が低下している場合、代償的に体幹の高周波数（ファーターパチニ小体）に対する感受性が優位となり、また、下腿での高周波数（ファーターパチニ小体）に対する感受性が低下している場合は下腿のマイスネル小体および筋紡錘に対する感受性が優位となり、体幹と下腿の姿勢制御の安定性を保持している可能性が高いと考えられる。Frostらは、神経根障害を有する慢性腰痛の若年患者は、足底面の高周波数の振動刺激に対する反応が低下すると報告している。過去の研究では、加齢に伴い下肢のマイスネル小体およびファーターパチニ小体の感度は低下すると報告されている。本研究の対象者の場合、下腿のファーターパチニ小体の機械的振動刺激に対する感受性が特に低下していると考えられ、さらに主観的な腰痛の増悪に伴い姿勢制御が体幹優位になっている可能性が示唆される。これらの理由は、神経根障害が体幹よりも下腿に影響を与えたことによって、ファーターパチニ小体の発火が小さくなったためではないかと考えられる。しかしながら、これらの詳細な理由は不明であり、今後更なる検証が必要であろう。

したがって、慢性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患者は、下腿のファーターパチニ小体の感受性低下と主観的な腰痛の増悪が生じることによって、下腿の固有感覚に頼ることが上手く行えず、下腿の姿勢不安定性を招き姿勢制御が体幹優位になることが推察される。

このことから、慢性腰痛を有し腰部脊柱管狭窄症や変形性脊椎症と診断された高齢患者は、ファーターパチニ小体の受容器の感受性が低下することで、末梢の受容器を支配している感覚線維も減少するのではないかと考えられる。これらの理由から、下腿の末梢神経障害によってファーターパチニ小体の感受性が低下し、局所振動刺激に応じた下腿の姿勢調節が困難になっていることが示唆される。

固有感覚は股関節や膝関節よりも足関節で加齢に伴い低下するといわれている。このような加齢の影響によって、高齢者の固有感覚は足部および下腿から低下していく。しかしながら、腰痛高齢患者の場合、マイスネル小体とファーターパチニ小体の感受性低

下によって、それぞれ体幹と下腿で低下しやすい固有感覚が異なる可能性が高い。一方で、腰痛高齢患者の下腿の固有感覚低下に伴う姿勢不安定性の要因が、ファーターパチニ小体の感受性低下と主観的な腰痛とが関連していることを示唆している。したがって、慢性腰痛を有する高齢患者の姿勢動揺を評価する際には、主観的な腰痛の訴えが顕著な場合には、マイスネル小体および筋紡錘よりもファーターパチニ小体の RPW を評価することが重要である。ただし、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）からの入力の中樞にどの程度の影響を与えているかを証明することまでは難しく、詳細なことは分からない。また、ファーターパチニ小体の低下と腰痛増悪に伴う体幹優位の姿勢制御と転倒との関係は不明であるため、この解明には更なる研究が必要であり今後の課題である。（酒井）

高齢者腰椎変性疾患におけるバランス評価では、足腰指数のカットオフ値を今回の被検者ほぼ8.5割が越えていることから、運動器障害（今回は脊柱狭窄症）により要支援・要介護となるリスクの高い状態にあると言える。65歳以上の高齢者で、生活機能が低下し、近い将来介護が必要となるおそれがあるこのような高齢者のことを特定高齢者と呼ぶことが提唱されている。

65歳以上の被検者では、特定高齢者と比べて5m歩行時間は男女ともに短くなっており、これは間歇性跛行により、歩行中に痛みが出現して歩行能力が低下するのはこの程度の短い距離では起こらないと言える。これに対して片脚起立時間はほぼ倍の優れたバランス能力を示すものの、TUGはほぼ同等であった。TUGは転倒リスクの評価に使われるなど、動的なバランス能力の指標にされるが、今回の被検者では立ち座りにかかる時間の影響を受けてしまったものと考えられる。

これに対して、握力は特定高齢者と65歳以上の被検者は同等であるが、75歳以上の男性の被検者は、大塚らの健常者のデータを比べて低下している。握力は局所的な筋力の指標となるのみではなく、特に脳卒中患者などでは有酸素能力とも良く相関するとされており、今回の脊柱管狭窄症の術前患者の中で75歳以上の男性は、歩行距離の減少に起因する体力低下のリスクが大きいことを示唆していると考えられる。

運動に伴う痛みそれ自体が、高齢者が要介護状態に陥る大きなリスク要因となり得る可能性がこれまでも指摘されてきたが、今回の研究結果は、その一つの傍証になると考えられる。（近藤）

一般住民対象研究

高齢者における転倒と固有感覚受容の評価では、移動能力の低下した転倒リスクの高い高齢者は、感覚統合機能が低下していることが示唆され、転倒恐怖感を有している高齢者では、感覚および知覚統合が高度に要求される状況下での平衡保持能力が低下している可能性が示された。

高齢者の転倒には、身体的、認知的、環境的などのさまざまな要因が複雑に関与して発生することが考えられる。身体的な要因としては、下肢筋力の低下、バランス低下、

歩行能力の低下などが転倒の発生に影響を与えることが報告されている。本研究で用いた感覚統合の機能を評価する SOT は、姿勢の安定として単に安静立位時の平衡機能を重心動揺から評価するだけでなく、より複雑で日常生活動作中に起こり得る姿勢制御に伴う感覚統合の機能を測定できるため、転倒制御の動的指標としての有用性が非常に高いとされている (Chaudhry H, et al. 2011)。

本研究は、TUG と転倒恐怖感の有無によって転倒リスクを判定しており、SOT による感覚統合機能が低下している者で将来の転倒発生が高まるか否かについては検討ができていない。また、複数回の転倒経験者では、SOT で評価される結果が条件により異なることが報告されており、転倒リスクが高い者では固有感覚や前庭感覚と比べて、視覚情報に依存した姿勢制御の戦略を選択しやすい可能性が示されている (Vouriot A, et al. 2004)。今回の結果からは、転倒リスクと姿勢制御が求められる条件の違いによる感覚・知覚要因の影響については確認できていないため、今後の課題のひとつと考える。

転倒の発生リスクが高いとされる 80 歳以上の地域在住高齢者において、姿勢制御に必要な感覚統合機能が低下した状態は転倒リスクと関連することが示唆され、感覚受容器の機能を評価するとともに、これらの機能を賦活させる、もしくは低下を予防するための戦略が重要であろうと考えられた。(島田)

サルコペニア肥満群では最大歩行速度、背筋力、握力、3mTUG、最大歩幅、ツーステップテストで有意な低下を認めた。重心動揺検査で前後動揺がサルコペニア群は-1.45 cm、非サルコペニア群では-1.72 cmと有意に前方へ変位していた。筋量減少によることが原因であると考えた。

15 年の縦断研究では変形性関節症は DM と同程度に死亡率が高いことが分かった。先行研究として歩行速度の低下は死亡率と関連するとする報告があった。糖尿病は内科的な治療の進歩によって死亡率が低下している。膝関節症では住管器疾患が原因で死亡率が高くなることの報告は少ない。しかし骨粗鬆症や膝関節症は治療が可能であるので、死亡率を低下させるために積極的治療が必要である(長谷川)

一般住民研究では平成 27 年度施行で予定通りのデータ収集が特に問題なく可能であった。さらに次年度以降も検診を継続し、縦断的に重心動揺検査にて固有感覚の変化と腰痛、転倒性の評価を行う予定である。また、生命予後・機能予後調査も併せて行うため、腰痛による影響についても検討していく予定である。

また 1 年後の腰痛改善を目指す上で、膝痛 VAS12 点以下、背筋力 45kg 以上、ロコチェック 1 点以下は 1 つの指標となりうると考える。(伊藤)

固有感覚受容評価のための装置開発 (森田)

若年健常者のデータ(健常若年者群、健常中年者群)と高齢者のデータ(非腰痛群、腰痛群)を比較した結果は、下腿に振動刺激を与えた場合、全ての群において CoP が後方に移動する傾向があり、この生体反応は全ての周波数において確認された。一方、腰部に振動刺激を与えた場合、全ての群において CoP 前後方向移動量に一定の生体反応は見

られなかった。しかし固有受容加重比率 *RPW* においては、振動刺激の周波数が 240Hz の場合、腰痛群と非腰痛群に有意差 ($p=0.019$) が見られた。これより、240Hz の振動刺激に対して、腰痛群は体幹優位の姿勢バランスを示す結果となった。以上により、非腰痛群と腰痛群の *RPW* に有意差の見られた周波数 240Hz はパチニ小体の応答周波数に対応することから、腰痛群の固有受容器のうちパチニ小体の機能と腰痛の原因に関連がある可能性が示唆された。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

1. The relationship between physical function and postural sway during local vibratory stimulation of middle-aged people in the standing position. Tadashi Ito, Yoshihito Sakai, Akira Kubo, Kazunori Yamazaki, Yasuo Ohno, Eiji Nakamura, Noritaka Sato, Yoshihumi Morita. *J Phys Thera Sci* 26, 1627-1630, 2014.
2. Proteomic analysis of ligamentum flavum from patients with lumbar spinal stenosis. Masahiro Kamita, Taiki Mori, Yoshihito Sakai, Sadayuki Ito, Masahiro Gomi, Yuko Miyamoto, Atsushi Harada, Shumpei Niida, Tesshi Yamada, Ken Watanabe, Masaya Ono. *Proteomics* 15(9), 1622-1630, 2015.
3. Sarcopenia and sarcopenic leg as potential risk factors for acute osteoporotic vertebral fracture among older women. Tetsuro Hida, Hiroshi Shimokata, Yoshihito Sakai, Sadayuki Ito, Yasumoto Matsui, Marie Takemura, Takehiro Kasai, Naoki Ishiguro, Atsushi Harada. *Eur Spine J* 2015 Epub ahead of print.
4. Pharmacological management of chronic low back pain in older patients: a randomized controlled trial of the effect of pregabalin and opioid administration. Yoshihito Sakai, Kenyu Ito, Tetsuro Hida, Sadayuki Ito, Atsushi Harada. *Eur Spine J* 24(6), 1309-1317, 2015.
5. Neuropathic pain in elderly patients with chronic low back pain and effects of pregabalin; A preliminary study. Yoshihito Sakai, Kenyu Ito, Tetsuro Hida, Sadayuki Ito, Atsushi Harada. *Asian Spine J.* 9(2), 254-262, 2015
6. Postural Sway Response to Local Vibratory Stimulation in Young, Middle-aged and Elderly People in Standing Position. Ayaka Yamada, Eishi Nakamura, Noritaka Sato, Yoshifumi Morita,

- Tadashi Ito, Yoshihito Sakai, Kazunori Yamazaki. Journal of Robotics, Networks and Artificial Life, Vol. 2, No. 1 (April 2015), 17-21
7. Relationship between paraspinal muscle crosssectional area and relative proprioceptive weighting ratio of older persons with lumbar spondylosis. Tadashi Ito, Yoshihito Sakai, Eishi Nakamura, Kazuhori Yamazaki, Ayama Yamada, Noritaka Sato, Yoshifumi Morita. J Phys Ther Sci 27: 2247-2251, 2015
 8. Cervical cord compression in pediatrics with hereditary multiple exostoses: a report of two cases and review of the literature. Kamiya Y, Horii E, Sakai Y, Inoue H. J Pediatr Orthop B 25(3),267-270, 2016.
 9. Effect of alendronate on muscle mass: Investigation in patients with osteoporosis. Atsushi Harada, Sadayuki Ito, Yasumoto Matsui, Yoshihito Sakai, Marie Takemura, Haruhiko Tokuda, Tetsuro Hida, Hiroshi Shimokata. Osteoporosis and Sarcopenia 1: 53-58, 2015
 10. Appropriate timing of surgical intervention for the proximal type of cervical spondylotic amyotrophy. Tauchi R, Imagama S, Inoh H, Yukawa Y, Kanemura T, Sato K, Matsubara Y, Harada A, Sakai Y, Hachiya Y, Kamiya M, Yoshihara H, Ito Z, Ando K, Hirano K, Muramoto A, Matsui H, Matsumoto T, Ukai J, Kobayashi K, Shinjo R, Nakashima H, Ishiguro N. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2015 Jul;25 Suppl 1:S107-13.
 11. 非特異的腰痛における体幹筋量および筋機能の及ぼす影響 酒井義人 J Spine Res 6: p1019-1023, 2015.
 12. 伊藤忠, 酒井義人, 山崎一徳, 中村英士, 山田彩加, 佐藤徳孝, 森田良文. 腰部脊椎症の高齢者への局所振動刺激による固有受容加重比率の性差. 理学療法科学,30(4):533-537,2015.
 13. 運動器慢性疼痛管理ストラテジー. 骨粗鬆症、サルコペニアの診断と治療. 酒井義人. MB Orthopedics 28(1) p62-68, 2015.
 14. サルコペニアの病態と治療. サルコペニアと腰痛. 酒井義人. 整形・災害外科 58(2)p181-186, 2015.
 15. WOC Nursing 高齢者の褥瘡・皮膚潰瘍. 高齢者の褥瘡・皮膚障害の原因となる外力を引き起こす整形外科的疾患 酒井義人. 医学出版 P28-34, 2015.
 16. 腰部脊柱管狭窄症に対する手術の実際と適応 酒井義人. Geriatric Medicine 53(12):1277-1282, 2015.
 17. 高野映子, 渡辺豊明, 寺西利生, 澤俊二, 金田嘉清, 近藤和泉. 健常な地域在住高齢者における転倒を予測する評価の検討—文部科学省新体力テストの結果を用いて— 日本転倒予防学会誌,Vol. 1, p21-28, 2015
 18. Yukiharu Hasegawa, Takahumi Amano: Surgical skills training for primary total hip arthroplasty. Nagoya J Med Sci 77 : 1-7, 2015

19. Yukiharu Hasegawa: Surgical Techniques for Eccentric Rotational Acetabular osteotomy. Supplementum 2015 in press
20. Tauchi R, Imagama S, Muramoto A, Tusboi M, Ishiguro N, Hasegawa Y. Influence of spinal imbalance on knee osteoarthritis in community-living elderly adults. Nagoya J Med 77 : 329-337, 2015
21. Urakawa H, Hasegawa Y, Tsukushi S, Ishiguro N, Nishida Y. Current sports Medicine Reports 09/2015, 14(5):386-388.
22. Ito Z, Matsuyama Y, Ando M, Kawabata S, Kanchiku T, Kida K, Fujiwara Y, Yamada K, Yamamoto N, Kobayashi S, Saito T, Wada K, Tadokoro N, Takahashi M, Satomi K, Shinomiya K, Tani T. Postoperative Paralysis from Thoracic Ossification of Posterior Longitudinal Ligament (OPLL) Surgery-Risk factor of Neurologic Injury: Nationwide Multi-Institution Survey. Spine :41(10);827-918,2016
23. Ito Z, Imagama S, Ando K, Muramoto A, Kobayashi K, Hida T, Ito K, Ishikawa Y, Tsushima M, Matsumoto A, Tanaka S, Morozumi M, Nishida Y, Matsuyama Y, Ishiguro N. Variety of the Wave Change in Compound Muscle Action Potential in an Animal Model. Asian Spine J. 2015 Dec;9(6):952-957.
24. Ito Z, Matsuyama Y, Ando M, Kawabata S, Kanchiku T, Kida K, Fujiwara Y, Yamada K, Yamamoto N, Kobayashi S, Saito T, Wada K, Tadokoro N, Takahashi M, Satomi K, Shinomiya K, Tani T. What Is the Best Multimodality Combination for Intraoperative Spinal Cord Monitoring of Motor Function? A Multicenter Study by the Monitoring Committee of the Japanese Society for Spine Surgery and Related Research. Global Spine J 2016; 06(03): 234-241.
25. Ayaka Yamada, Eishi Nakamura, Noritaka Sato, Yoshifumi Morita, Tadashi Ito, Yoshihito Sakai, Kazunori Yamazaki, Postural Sway Response to Local Vibratory Stimulation in Young, Middle-aged and Elderly People in Standing Position, Journal of Robotics, Networks and Artificial Life, Vol. 2, No. 1, pp.17 - 21 (2015.4)

2. 学会発表

1. 酒井義人. 脊椎変性疾患におけるサルコペニアの関与ー痛みの改善と ADL 向上を目指してー 第 19 回日本神経麻酔集中治療学会 2015.4.10.-11. 岐阜
2. 酒井義人, 原田 敦 伊藤定之 伊藤研悠 飛田哲朗. 腰部脊柱管狭窄症における黄色靭帯肥厚の影響-保存治療における新しい分類-第 44 回 日本脊椎脊髄病学会 2015.4.16-19. 福岡
3. 酒井義人, 原田 敦 伊藤定之 伊藤研悠 飛田哲朗. 脊椎変性疾患とサルコペニア. 第 44 回 日本脊椎脊髄病学会 2015.4.16-19. 福岡

4. 酒井義人, 原田 敦 伊藤定之 飛田哲朗 伊藤研悠 高齢者慢性腰痛症における神経障害性疼痛の関与. 第 88 回日本整形外科学会学術集会 2015.5.21. 神戸
5. 酒井義人, 原田 敦. 腰部脊柱管狭窄症における治療成績とサルコペニア. 第 52 回日本リハビリテーション医学会 2015.5.28. 新潟
6. 酒井義人, 原田 敦 伊藤定之. 高齢者脊椎手術における術後成績とサルコペニア. 第 57 回日本老年医学会 2015.6.14. 横浜
7. 酒井義人. IT を活用した診断・治療から薬剤適正使用を考える～医療を支える Web Communication～ (パネルディスカッション) 第 69 回国立病院総合医学会 2015.10.2. 札幌
8. 酒井義人. 脊椎変性疾患とサルコペニア (シンポジウム) 第 125 回中部日本整形外科災害外科学会 2015.10.3. 名古屋
9. 酒井義人. 高齢者慢性腰痛症に対するオピオイドとアセトアミノフェンの効 (優秀演題候補) 第 23 回日本腰痛学会 2015.11.14. 東京
10. 酒井義人. 腰部脊柱管狭窄症における黄色靭帯肥厚を基盤とした新しい分類と治療成績. 第 23 回日本腰痛学会 2015.11.14. 東京
11. 酒井義人. 高齢者の腰痛における固有感覚受容と姿勢制御. 第 23 回日本腰痛学会 2015.11.15. 東京
12. 酒井義人. 慢性腰痛症におけるサルコペニア (優秀演題賞) 第 23 回日本腰痛学会 2015.11.15. 東京
13. Sadayuki Ito, Ken Watanabe, Taiki Mori, Eri Arai, Yae Kanai, Atsushi Harada, Shumpei Niida, Yoshihito Sakai. Genome-wide DNA methylation analysis of ligamentum flavum in patients with lumbar spine stenosis. ORS 2015 Annual meeting. March28-March31, 2015, Las Vegas, Nevada, USA
14. 伊藤定之 酒井義人 原田敦. 後期高齢者におけるうつが頸髄症手術成績に及ぼす影響 第 44 回日本脊椎脊髄病学会 2015.4.18. 福岡
15. Sadayuki Ito, Yoshihito Sakai, Atsushi Harada. Electrophysiological and morphological of cervical trapezius muscle in neck pain patients with cervical myelopathy. 31th Annual Meeting CSRS-ES Cervical Spine Research Society-European Section May 27-28, 2015, London, UK.
16. 伊藤定之 原田敦 松井康素 竹村真里枝 酒井義人 サルコペニアに対するアレンドロネートとアルファカルシドールの効果検討. 第 57 回日本老年医学会学術集会 2015.6.13. 横浜
17. 伊藤定之 酒井義人 原田敦 頸髄症における僧帽筋萎縮の要因. 第 125 回中部日本整形外科災害外科学会・学術総会 2015.10.2. 名古屋
18. 伊藤定之 渡辺 研 森 大気 原田 敦 新飯田俊平 酒井義人. 腰部脊柱管狭窄症における肥厚黄色靭帯のトランスクリプトーム解析. 第 30 回日本整形外科学会基礎学術総会 2015.10.22. 富山

19. 伊藤定之 酒井義人 原田敦. 脊椎固定術後のアクネ菌感染症. 第 84 回東海脊椎脊髄病研究会学術集会 2015.12.5. 名古屋
20. Sadayuki Ito, Ken Watanabe, Taiki Mori, Atsushi Harada, Shumpei Niida, Yoshihito Sakai. Transcriptomic Analysis of Ligamentum Flavum in Patients with Lumbar Spinal Stenosis. ORS 2016 Annual meeting. March5-March8, 2016, Orlando, Florida, USA
21. 山崎一徳, 森田良文, 伊藤忠, 酒井義人. 筋電計と筋音計の同時計測時における信頼性向上のためのプローブ用ソケット. 第 13 回日本臨床医療福祉学会 名古屋 2015.8.28.
22. 伊藤全哉, 長谷川幸治, 今釜史郎, 村本明生, 飛田哲郎, 伊藤研悠, 石川喜資, 石黒直樹: 一般住民において 1 年後の腰痛の改善は予測できるか (日本整形外科学会誌 89(2):S119, 2015.)
23. 樋口善俊, 坪井真幸, 笠井健広, 長谷川幸治: 骨粗鬆症は 15 年後の生命予後を 1.8 倍悪化させる。日本整形外科学会誌 89(2) : S233, 2015.
24. 今釜史郎, 長谷川幸治, 飛田哲郎, 村本明生, 伊藤研悠, 石川喜資, 石黒直樹一般住民の店頭に対するサルコペニアと脊椎アライメントの影響。日本整形外科学会雑誌 89(3):S542, 2015.
25. 飛田哲郎, 今釜史郎, 村本明生, 伊藤研悠, 石川喜資, 石黒直樹, 長谷川幸治: サルコペニアと慢性炎症 —高感度 CRP 高値は筋量低下と運動機能低下に関連する。日本整形外科学会雑誌 89(3) : S581, 2015.
26. 今釜史郎, 長谷川幸治, 飛田哲郎, 村本明生, 伊藤研悠, 石川喜資, 石黒直樹: サルコペニアは逆流性食道炎と関連があるか —筋量と筋力の検討。日本整形外科学会雑誌 89(3) : S582, 2015.
27. 関泰輔, 池内一磨, 竹上靖彦, 天野貴文, 長谷川幸治: 一般住民における抗酸化栄養素とロコモティブシンドロームの検討。日本整形外科学会雑誌 89(3) : S600
28. 今釜史郎, 長谷川幸治, 飛田哲郎, 村本明生, 伊藤研悠, 石川喜資, 石黒直樹: サルコペニア (加齢性筋量減少症) は神経障害性疼痛の危険因子である。日本整形外科学会雑誌 89(3) : S624, 2015.
29. 笠井健広, 池内一磨, 石黒直樹, 坪井真幸, 浜田恭, 長谷川幸治: 一般住民における変形性膝関節症は 15 年後の死亡率を 2.2 倍高くする。日本整形外科学会雑誌 89(3):S771, 2015.
30. 村本明生, 今釜史郎, 飛田哲郎, 伊藤研悠, 石川喜資, 石黒直樹, 長谷川幸治: 神経障害性疼痛がロコモティブシンドロームおよび運動機能に及ぼす影響。日本整形外科学会雑誌 89(3) : S779, 2015.
31. 石川喜資, 今釜史郎, 伊藤全哉, 村本明生, 飛田哲郎, 伊藤研悠, 本城久司, 石黒直樹, 長谷川幸治: 地域住民健診における腰部脊柱管狭窄症と排尿障害の合併について。日本整形外科学会雑誌 89(3) : S942, 2015.

32. Postoperative Paralysis from Thoracic Ossification of Posterior Longitudinal Ligament (OPLL) Surgery-Risk factor of Neurologic Injury: Nationwide Multi-Institution Survey - Zenya Ito, Yukihiro Matsuyama, Muneharu Ando, Shigenori Kawabata, Tsukasa Kanchiku, Kazunobu Kida, Yasushi Fujiwara, Kei Yamada, Naoya Yamamoto, Sho Kobayashi, Takanori Saito, Kanichiro Wada, Nobuaki Tadokoro Masato Takahashi, Kazuhiko Satomi, Kenichi Shinomiya, Toshikazu Tani. 第44回 日本脊椎脊髄病学会 2015年4月 福岡
33. 一般住民において1年後の腰痛の改善は予測できるのか？伊藤 全哉, 長谷川 幸治, 今釜 史郎, 村本 明生, 飛田 哲朗, 伊藤 研悠, 石川 喜資, 石黒 直樹. 第88回 日本整形外科学会 2015年5月 神戸
34. 地域住民検診における腰部脊柱管狭窄症と排尿障害の合併について石川 喜資, 今釜 史郎,伊藤 全哉,村本 明生, 飛田 哲朗, 伊藤 研悠, 本城 久司, 納屋 佳男, 石黒 直樹, 長谷川 幸治. 第88回 日本整形外科学会 2015年5月 神戸
35. Spinal trauma in patients with ankylosing spinal disorders - a multicenter study, Nagoya Spine Group – Mikito Tsushima, Shiro Imagama, Zenya Ito, Kei Ando, Naoki Ishiguro. Euro Spine 2015, 2015.9, Copenhargen, Denmark.
36. Postoperative Paralysis from Thoracic Ossification of Posterior Longitudinal Ligament (OPLL) Surgery-Risk factor of Neurologic Injury: Nationwide Multi-Institution Survey - Zenya Ito, Yukihiro Matsuyama, Muneharu Ando, Shigenori Kawabata, Tsukasa Kanchiku, Kazunobu Kida, Yasushi Fujiwara, Kei Yamada, Naoya Yamamoto, Sho Kobayashi, Takanori Saito, Kanichiro Wada, Nobuaki Tadokoro, Masato Takahashi, Kazuhiko Satomi, Kenichi Shinomiya¹ and Toshikazu Tani . AAOS 2015, 2015.3, Lasvegas, USA
37. Postoperative Paralysis from Thoracic Ossification of Posterior Longitudinal Ligament (OPLL) Surgery-Risk factor of Neurologic Injury: Nationwide Multi-Institution Survey - Zenya Ito, Yukihiro Matsuyama, Muneharu Ando, Shigenori Kawabata, Tsukasa Kanchiku, Kazunobu Kida, Yasushi Fujiwara, Kei Yamada, Naoya Yamamoto, Sho Kobayashi, Takanori Saito, Kanichiro Wada, Nobuaki Tadokoro, Masato Takahashi, Kazuhiko Satomi, Kenichi Shinomiya¹ and Toshikazu Tani. SSVH 2015, 2015.12, Ho Chi Ming, Vietnam.
38. Usefulness of Multi-Channels in Intraoperative Spinal Cord Monitoring Zenya Ito, Yukihiro Matsuyama, Muneharu Ando, Shigenori Kawabata, Tsukasa Kanchiku, Kazunobu Kida , Yasushi Fujiwara, Kei Yamada, Naoya Yamamoto, Sho Kobayashi, Takanori Saito, Kanichiro Wada, Nobuaki Tadokoro, Masato Takahashi, Kazuhiko Satomi, Kenichi Shinomiya, Toshikazu Tani. SRS 2015, 2015.10, Mineapolis, USA
39. 山田彩加, 中村英士, 佐藤徳孝, 森田良文, 山崎一徳, 伊藤忠, 酒井義人, 局所振動刺激に対する重心動揺変化に着目した腰痛に関する考察, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'15 講演論文集, 1P1-H09(1)-(2) (2015.5)

40. Ayaka Yamada, Eishi Nakamura, Noritaka Sato, Yoshifumi Morita, Tadashi Ito, Yoshihito Sakai, Kazunori Yamazaki, A study on deterioration in proprioception related to low back pain and falls and postural sway response to local vibratory stimulation, Proceedings of International Conference on Control, Automation and Systems 2015 (ICCAS2015 in BEXCO, Busan, Korea), pp.361-365 (2015.10)

41. 五十嵐知真, 山田彩加, 森田良文, 山崎一徳, 伊藤忠, 酒井義人, スイープ周波数の振動付与による健常者の重心動揺に関する考察, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'16 (2016.6)

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