

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 運動器外科部長

研究要旨

3年間全体について

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低下による腰痛と姿勢不安定性の原因解明を求め、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

- ・高齢者腰痛患者における振動刺激に対する固有感覚受容の評価 (酒井)

腰痛患者を対象とした研究では、平成26~28年度の3年間に、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。平成26年度の研究では、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高齢者54名(男性30名、女性24名、年齢の平均±標準偏差74.7±4.8歳)を対象とした。腰部多裂筋および腓腹筋に閉眼立位で交互に60Hzの振動刺激を与えた。男性と女性の2群間で、年齢、身長、体重、BMI、罹病期間、固有受容加重比率(Relative Proprioceptive Weighting ratio: RPW)、腰背筋断面積、腰椎前弯角度、背筋力、主観的な腰痛 Visual Analogue Scale (VAS)、転倒スコアを比較した。RPWの結果と、腰背筋断面積、腰椎前弯角度、背筋力、VASとの関連性とVASの結果と、L1/L2、L4/L5高位での両側の脊柱起立筋および腰部多裂筋の筋断面積との関連性を検証した。RPWを男性高齢者と女性高齢者で比較したところ、男性高齢者で48.1%、女性高齢者で66.2%と女性高齢者が有意であり、下腿優位の姿勢制御を示すことが認められた。腰背筋断面積、背筋力は女性高齢者が男性高齢者よりも有意に低下していた。VASは女性高齢者が男性高齢者よりも有意に高値を示した。一方で、RPWと腰背筋断面積との間、VASとL4/5腰部多裂筋との間に有意な負の相関関係が認められた。年齢、BMI、罹病期間、腰椎前弯角度、転倒スコアに有意差は認められなかった。RPWは、女性高齢者で腰部の固有感覚の低下から下腿優位の姿勢制御を示した。また、女性高齢者は、腰痛の主観的なVASの値も男性高齢者よりも高いため、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かもしれない。一方で、転倒スコアに有意差がなかったことから、性差の視点で比較した場合、腰部の固有感覚低下と腰痛が転倒リスクと関連が低い可能性が考えられる。このことから、女性高齢者は、腰部多裂筋の固有感覚が低下している場合、腓腹筋が振動刺激の影響を受けることが示された。したがって、男性高齢者よりも女性高齢者は、腰部

体幹の固有感覚が低下しやすく、下腿優位の姿勢制御を示し、主観的な腰痛の訴えも強いことが明らかとなった。

平成 27 年度の研究では、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。体幹と下腿における RPW を比較した。独自開発した振動デバイスを用いて両側腰部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) の偏位を重心動揺計で測定した。腰痛の評価は 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)

・高齢者の ADL とバランス評価 (近藤)

腰部脊柱管狭窄症患者、男性 108 名、女性 76、合計 184 名 (平均年齢 72.9±6.50 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 8 割(154 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

・高齢者における転倒と固有感覚受容の評価 (島田)

本研究では、転倒の発生リスクが高いとされる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とすること、大規模コホートにおける総合的機能検査データベースを元に高齢期において頻出する転倒と腰痛との関連を検討することを目的とした。80 歳以上の地域在住高齢者 67 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結果、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。また、大規模コホートの総合的機能検査データベースにおける転倒と腰痛との関連性を検証した結果、ベースラインでの腰痛あり群におけるベースライン以降 15 ヶ月間の 1 回以上の転倒発生率は 21.8%、腰痛なし群での 1 回以上の転倒発生率は 16.3%であり、腰痛あり群での転倒発生率が有意に高かった。(島田)

・地域住民における転倒および下肢機能と固有感覚受容の評価 (長谷川)

研究分担者は北海道八雲町の町民検診で運動器疾患検診に 20 年間参加して膝関節症、骨粗鬆症、変形性脊椎症に対しての総合的な検診を行ってきた。Yakumo study として運動器疾患(ロコモティブ症候群・サルコペニア・膝関節症・骨粗鬆症)の発症頻度・危険因子・診断方法などを解明してきた。両足立ち上がりテストはロコモ 25 と良く関連した。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。サルコペニアは 27%に認めたが LSS とは関連しなかった。精密な股関節可動域計測を行った。105 名の住民検診から、一般住民の股関節可動域の標準値が作成できた。股関節可動域は年齢による現象はなかったが左右差があった。体幹の伸展と屈曲は股関節 150 度、胸椎・腰椎 50 度であった。股関節の可動域の維持が腰痛予防に有用であることが判った。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・四肢筋肉量はロコモの有用な指標となると考えた。長期縦断研究の結果は 601 例で女性が OA、骨粗鬆症、HL の割合が大きかった。BMI と運動習慣に男女差は無かった。喫煙習慣、飲酒習慣、運動習慣、OA、骨粗鬆症、DM、HT、HL について、Kaplan-Meier 法による生存曲線と Log-rank 検定の結果がえられた。喫煙習慣、OA、骨粗鬆症、DM、HT で死亡率が有意に高くなった。年齢、性別、BMI で調整し、すべての項目を投入して Cox hazard model で多変量解析を行った。全体の解析では OA : 1.972 (95%CI:1.356-2.867, P<0.001)、DM : 1.965 (95%CI:1.146-3.368, P=0.014)、喫煙習慣:1.706 (95%CI:1.141-2.552, P=0.009)、骨粗鬆症:1.614 (95%CI:1.126-2.313, P=0.009) であった。OA : 2.551 (95%CI:1.338-4.866, P=0.004) 女性のみ解析では喫煙習慣 : 2.883 (95%CI:1.202-6.912, P=0.008)、骨粗鬆症、DM に有意差なし (P=0.080, P=0.897)、男女間で危険因子に差があることが解った。男性のみ解析では OA : 1.782 (95%CI:1.105-2.874, P=0.008)、DM : 2.312 (95%CI:1.278-4.182, P=0.006)、骨粗鬆症:1.611 (95%CI:1.041-2.493, P=0.032)、喫煙習慣:有意差なし (P=0.092) であった。(長谷川)

・地域住民における腰痛と固有感覚受容の評価 (都島)

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。

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。今回の調査において、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、重心が前方へ移動し、女性では動揺速度が大きいことが明らかになった。これらは、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。（都島）

固有感覚受容評価のための装置開発（森田）

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目指し、平成26年度と平成27年度においては、腰痛者を含む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ための周波数可変式振動デバイスの開発を行った。平成28年度においては、開発した周波数可変式振動デバイスを用いて、患者固有の障害周波数を検知するための臨床試験プロトコルを策定した。これらの成果により、固有感覚受容の低下に対する固有感覚機能の診断器および治療器の開発の準備が整ったと考える。（森田）

平成28年度について

患者対象研究

- ・高齢者腰痛患者における振動刺激に対する固有感覚受容の評価（酒井）

平成28年度の研究では、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、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した。65歳以上の腰部脊柱管狭窄症および変形性脊椎症で腰痛高齢患者56名（平均76.5±4.8歳）及び非腰痛高齢患者78名（平均74.0±5.0歳）に対して、体幹と下腿における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COPの偏位を重心動揺計で測定した。L1/2、L4/5腰部多裂筋断面積比率、背筋力、RDQ、年齢、体重の比較を行った。腰痛の評価はRDQで行った。転倒の評価は、簡易転倒スコアで評価した。腰痛高齢患者では、240 Hz刺激のRPWで体幹優位の姿勢制御を示した。30、60、150 Hz刺激では腰痛高齢患者と非腰痛高齢患者との間で有意差は認められなかった。腰痛高齢患者は非腰痛高齢患者よりも、年齢とRDQが有意に高く、背筋力、L4/5腰部多裂筋断面積比率は、有意に低い結果であった。RDQと240 Hz刺激のRPWで、低い負の相関関係が認められた。一方で、背筋力、L4/5多裂筋断面積比率と240 Hz刺激のRPWとの間に有意な相関はなかった。腰痛高齢患者では、下腿でのファーターパチニ小体に対する固有感覚が低下し、マイスネル小体および筋紡錘に対する呼応で代償されていると考えられた。また、腰痛の訴えが強い患者程、ファーターパチニ小体の固有感覚は、下腿よりも体幹優位の姿勢制御となることが示された。これらの理由は、体幹よりも下腿のファーターパチニ小体の発火が小さくなったことや、腰痛による下腿での姿勢制御の方略が困難になったためではないかと考えられる。ただし、本研究は横断研究のため、詳細な理由までを明らかにする

ことまでは難しく、更なる検証が必要であろう。これらのことから、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、腰痛が増悪している患者程、下腿のファーターパチニ小体の呼応が低下し、更に背筋力およびL4/5腰部多裂筋断面積比率の低下による体幹不安定性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。したがって、腰痛高齢患者の姿勢動揺を評価する際には、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。(酒井)

・高齢者のADLとバランス評価(近藤)

平成28年度については、昨年度までに集積したデータに加えて、男性7名、女性3名のデータを追加した。分析手法に関しては方法論の変更はない。少数例であるので、上記のデータへの追加を行った他は、個別の分析を行っていない。(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(島田)

「脳とからだの健康チェック(ベースライン)」に参加した5,104名を対象として、腰痛の有無が将来の転倒発生および転倒による骨折発生に対する影響を調べた。15か月間の追跡調査が可能であった4,432名を分析した結果、ベースラインでの腰痛あり群におけるベースライン以降15ヶ月間の1回以上の転倒発生率は21.8%、腰痛なし群での1回以上の転倒発生率は16.3%であり、腰痛あり群での転倒発生率が有意に高かった。また、2回以上の転倒発生率、転倒による骨折発生率においても、腰痛あり群では腰痛なし群よりも有意に高い発生率であった。(島田)

・地域住民における転倒および下肢機能と固有感覚受容の評価(長谷川)

認知機能と運動機能の関連を検討した。高次脳機能では①注意カ一文字消去のD-CAT1、注意力は同様に3文字消去のD-CAT3、②理論的記憶、③文字流暢性、カテゴリー流暢性について調査した。運動機能検査は①10m歩行速度(走らないで最速で歩く速度)、②最大歩幅(右、左)またげる最大歩幅、③40cm台昇降テスト、ロコモ検査(④2ステップテスト、⑤40cm踏み台テスト、⑥TUG=time up-and go test)を行った。②転倒と関連する固有感覚受容について予備的研究を行った。転倒手帳を住民に配布して記録した。③スウェーデン・ルンド大学のDahlberg教授のもとで転倒予防、変形性膝関節症、変形性股関節症に対するWebを介した保存的運動療法の試験的検討を行った。結果は年齢を65歳未満100例、65歳以上96例の2群で検討した。相関分析では65歳未満群は運動機能と相関はなかった。65歳以上群は注意力D-CAT1はTUG、10m歩行速度と相関。D-CAT3はTUG、10m歩行速度と相関した。文字流暢性はTUGと相関した。カテゴリー流暢性は最大歩幅左、TUG、10m歩行速度と相関した。重回帰分析では目的変数を認知機能として説明変数を運動機能(ステップワイズ)とし年齢、教育歴、性別による補正をおこなった。注意機能D-CAT1は65歳未満ではTUGが有意に関連した。、65歳以上群は運動機能と関連がなかった。D-CAT3は65歳未満も65歳以上も運動機能と関連がなかった。論理的記憶は65歳未満も65歳以上も運動機能と関連がなかった。文字流暢性は65歳未満群で両脚立ち上がり、65歳以上群で最大歩幅右は関連が有意であった。カテゴリー流暢性(動物の名前など)

は 65 歳未満群では運動と関連がなかった。65 歳以上群では最大歩幅が年齢、性別、教育を補正しても有意に関連した。

転倒頻度は 11.0%であり自宅での転倒が 68%であった。運動機能に対する転倒との関連は解析中である。中間解析として変形性関節症があると有意に転倒しやすかった。(長谷川)

・地域住民における腰痛と固有感覚受容の評価 (都島)

上記において、3年間で収集し得た検診者データを総合的に評価した。腰痛があると、重心が前方へ移動し、女性では動揺速度が大きいことが明らかになった。特に女性の動揺速度が高い要因として、四肢筋量が男性よりも低値であることが要因と考えられた。また、呼吸機能が低下して人は胸椎と腰椎の可撓性が低下することも判明した。(都島)

固有感覚受容評価のための装置開発 (森田)

平成 27 年度までに開発した周波数可変式振動デバイスを用いて、患者固有の障害周波数を検知するための臨床試験プロトコルを策定した。(森田)

主任研究者

酒井 義人 国立長寿医療研究センター 運動器外科部長

分担研究者

近藤和泉 国立長寿医療研究センター 機能回復診療部長

島田裕之 国立長寿医療研究センター 予防老年学研究部室長

長谷川幸治 関西福祉科学大学 保健医療学部教授

伊藤全哉 名古屋大学医学部附属病院 整形外科特任助教 (平成 26・27 年度)

都島幹人 名古屋大学医学部附属病院 整形外科医員 (平成 28 年度)

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

研究期間 平成 26 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日

A. 研究目的

患者対象研究

- ・高齢者腰痛患者における振動刺激に対する固有感覚受容の評価 (酒井)

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。腰痛患者においては、体幹の筋紡錘の機能低下がみられ、更に、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いわれている。このことから、腰痛を伴う高齢患者では体幹と下肢での固有感覚に相違が生じている可能性がある。腰痛を有し、さらに腰部疾患に罹患していた場合、疾患の影響から体幹機能や固有感覚低下が生じ、姿勢調節機能を著し

く低下させるかもしれない。

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割合に変化が起こり、動揺は増加するとされている。過去の研究によれば、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報告されている。また、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。

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、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少ない。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。しかしながら、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。

本研究では、平成26年度においては、腰部疾患を有する高齢者に腰部多裂筋および下腿三頭筋に対する局所振動刺激時の重心動揺を男性と女性に群分けして比較検証することにより、性差の有無およびその傾向を明らかにすることを検証した。平成27、28年度においては、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、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、腰痛特有の姿勢制御を検討した。（酒井）

・高齢者のADLとバランス評価（近藤）

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

・高齢者における転倒と固有感覚受容の評価（島田）

高齢期における転倒の発生は、将来の日常生活活動（ADL）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, 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も、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。

転倒は、加齢とともに有症率が上昇し、転倒による骨折も増加する。大腿骨頸部骨折を受傷した場合、高額な医療費とその後の介護保険費用が必要となり、本人の生活機能や生活の質が著しく低下する可能性があり、この大腿骨頸部骨折の90%は転倒から生じると推定されている。転倒や骨折と同様に高齢期において頻出する症状として腰痛が挙げられる。平成22年国民生活基礎調査によると、体調不良の症状として腰痛は男性で1位、女性で2位の有訴者率を示し、高血圧に次いで通院者の多い疾患である。腰痛は加齢とともに顕在化する危険が増し、生活の質を低下させる要因となる。

本研究では、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、大規模コホートにおける総合的機能検査データベースを元に高齢期において頻出する転倒と腰痛との関連を検討することを目的とした。(島田)

・地域住民における転倒および下肢機能と固有感覚受容の評価 (長谷川)

研究分担者は1997年(平成10年)から尾張藩入植地である北海道八雲町の町民検診で運動器疾患検診に20年間参加して膝関節症、骨粗鬆症、変形性脊椎症に対しての総合的な検診を行ってきた。この研究は Yakumo study とよばれ毎年約60名の医師が検診・研究に参加している。内科・運動器・泌尿器・耳鼻科検診・認知症の検診が行われる。住民検診とともに結果説明会や講演会を毎年2-3回開催してきた。Yakumo study として運動器疾患(ロコモティブ症候群・サルコペニア・膝関節症・骨粗鬆症)の発症頻度・危険因子・診断方法などを解明してきた。特に膝関節症、骨粗鬆症、変形性脊椎症に対する理学所見・レントゲン検査の20年間の膨大なデータの集積が出来た。運動器疾患の危険因子の解析と運動器疾患の横断研究および15年の縦断研究の成果の報告をする。(長谷川)

・地域住民における腰痛と固有感覚受容の評価 (都島)

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している周波数帯の特定までを目的とし、研究結果によっては障害周波数特定のためのデバイスの開発および治療に結びつく特定周波数刺激装置の開発を目的とする。

具体的には、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(毎年夏に開催)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。(都島)

固有感覚受容評価のための装置開発 (森田)

腰痛者を含む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、健常若年者のデータ収集を行う。高齢者のデータ収集は、酒井主任研究者を中心に、名古屋工業大学がサポートする形で実施する。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の開発、およびそのデバイスを用いた臨床試験プロトコルを策定することを第二の目的とする。そのために、バランス機能に関する知見からデバイスの仕様を策定し、試作会社との協議の下でデバイスを開発する。また、健常若年者を対象とした被験者実験から再現性の高いプロトコルの策定を目指す。

B. 研究方法

患者対象研究

- ・ 高齢者腰痛患者における振動刺激に対する固有感覚受容の評価 (酒井)

平成 26 年度においては、腰痛と固有感覚受容の評価には、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 歳以上の高齢者 81 名の内、すべての検査を遂行することが可能であった 54 名 (男性 30 名、女性 24 名、平均 74.7 ± 4.8 歳) を対象として、我々が製作した振動変位固定・周波数可変型の振動デバイス(以下、単に振動デバイス)を用いて、左右の腰部多裂筋もしくは腓腹筋に対して機械的振動刺激を与えた。振動刺激の周波数は筋紡錘が反応する 60Hz とした。

平成 27 年度においては、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。

平成 28 年度においては、65 歳以上の腰部脊柱管狭窄症および変形性脊椎症で腰痛高齢患者 56 名 (平均 76.5 ± 4.8 歳) 及び非腰痛高齢患者 78 名 (平均 74.0 ± 5.0 歳) に、体幹と下腿における 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 (マイスネル小体)、60 Hz (筋紡錘)、150 Hz (混合)、240 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。

腰痛の診断において、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。

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、平成 26 年度は 2 セット、平成 27、28 年度は、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 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、腰部多裂筋の固有受容器優位の姿勢制御に相当する。

平成 26 年度においては、画像による評価として MRI で L1/L2 および L4/L5 高位での両側の脊柱起立筋と腰部多裂筋を合わせた筋断面積（腰背筋断面積）の計測を行った。筋力評価として、背筋力はハンドヘルドダイナモメーターを使用して等尺性最大筋力を測定した。腰痛の評価には、VAS を用いて主観的な腰痛の程度を測定した。転倒スコアに対して、自己記入方式での調査を行った。

平成 27 年度では、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。

平成 28 年度においては、MRI で計測された L4/5 腰部多裂筋断面積比率、背筋力、RDQ、年齢、体重の比較を行った。腰痛の評価は RDQ で行った。転倒の評価は、簡易転倒スコアで評価した。有意差が認められた RPW と RDQ、背筋力、L4/5 腰部多裂筋断面積比率の関連性を検証

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。

(倫理面への配慮)

ヘルシンキ宣言に基づいた倫理原則を遵守し、「臨床研究に関する倫理指針(厚生労働省告示)」に従って実施した。また、国立長寿医療研究センター倫理・利益相反委員会の承認を得て実施した。(酒井)

・高齢者の ADL とバランス評価 (近藤)

当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 項目の項目についての質問を行い、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。

(倫理面への配慮)

本研究を実施するにあたっては、国立研究開発法人国立長寿医療研究センターに設置されている倫理委員会の承認を得た上で、「人を対象とする医学的研究に関する倫理指針」を遵守し、研究の内容や参加を拒否しても不利益にならないことなどを説明してインフォームドコンセントをとった上で実施した。データの取り扱いおよび管理に当たっても、研究対象者の不利益にならないような配慮を行った。

個人情報保護についての対策と措置

計測によって得られたデータおよび個人情報は、連結可能匿名化を行い、キーファイルとデータファイルは別々の鍵のかかる保管庫に収納した。また、データ保存時には暗号化を行い個人情報の保護に努めた。

本研究の計画内では、実験動物を使った研究は行っていない。（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（島田）

3年間全体について

1) 感覚統合機能と転倒リスクとの関連

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した（図1）。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。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。

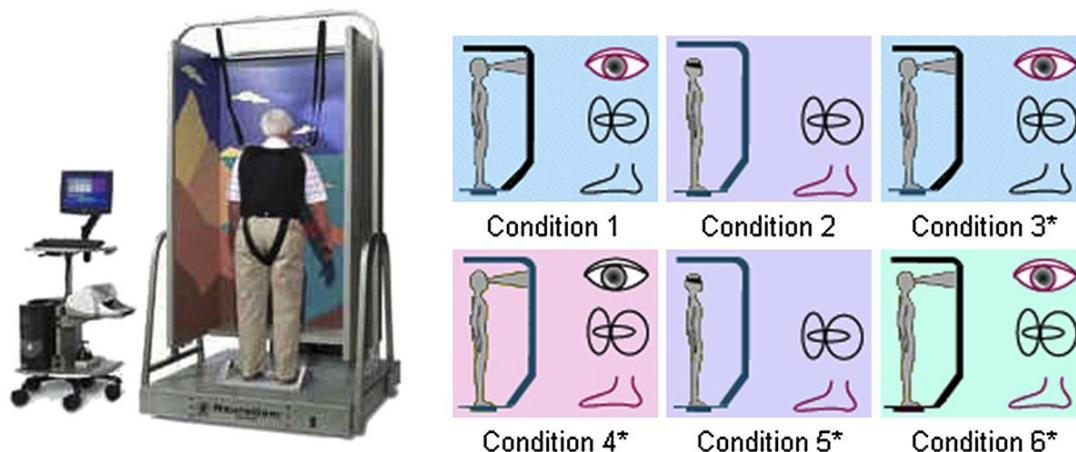


図1. 課題条件（Chaudhry H, et al. 2011）

2) 大規模コホートの総合的機能検査データベースにおける転倒と腰痛との関連

「脳とからだの健康チェック（ベースライン）」に参加した5,104名を対象として、腰痛の有無が将来の転倒発生および転倒による骨折発生に対する影響を調べた。腰痛については、ベースライン調査における腰痛の有無を2択で回答を得た。転倒の発生は、ベースライン以降の15ヶ月間に郵送調査を実施し、ベースラインでの腰痛有無と転倒発生の関係を分析した。

平成28年度について

「脳とからだの健康チェック（ベースライン）」に参加した5,104名を対象として、腰痛の有無が将来の転倒発生および転倒による骨折発生に対する影響を調べた。15か月間の追跡調査が

可能であった4,432名（平均年齢72.1歳、男性2,177名、女性2,255名）を分析した。
（島田）

・地域住民における転倒および下肢機能と固有感覚受容の評価（長谷川）

3年間全体について

2014年（平成26年）から2016年（平成28年）の横断的研究として3年間毎年500-600名の検診結果から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ができた。変形性膝関節症（膝OA）の病期と身体所見・機能・QOLについて検討した。一般地域住民における変形性膝関節症は糖尿病と同程度生命予後を悪化させるかの15年後の長期縦断研究を行った。膝レントゲン：45度屈曲位、荷重位撮影。変形性膝関節症（OA）の定義：左右どちらかの膝がKellgren-Lawrence分類Grade2以上。骨密度：超音波骨密度測定装置（model A-1000 Plus II; Lunar, Madison, WI, USA）使用してyoung adult mean（YAM）が80%未満を骨粗鬆症と定義した。糖尿病（DM）：採血HbA1c \geq 6.5%、高脂血症：Friedewaldの計算式でlow-density lipoprotein cholesterol（LDL） \geq 140mg/dl以上を高脂血症（HL）、高血圧（HT）：収縮期血圧 \geq 140mmHgまたは拡張期血圧 \geq 90mmHg、対象者を2014年12月31日時点まで生存死亡と転出の有無との関連を追跡調査した。

平成28年度について

八雲町での検診は同様に行った。①認知機能と運動機能の関連を検討した。高次脳機能では①注意カーク文字消去のD-CAT1、注意力は同様に3文字消去のD-CAT3、②理論的記憶、③文字流暢性、カテゴリー流暢性について調査した。

運動機能検査は①10m歩行速度（走らないで最速で歩く速度）、②最大歩幅（右、左）またげる最大歩幅、③40cm台昇降テスト（40cmの高さを登って降りるテスト）、ロコモ検査（④2ステップテスト、⑤40cm踏み台からの両足立ち上がりテスト）、⑥TUG=time up-and go test（イスから立ち上がり、最大スピードで3m先のコーンを回って、イスに座る時間）を行った。

②転倒と関連する固有感覚受容について予備的研究を行った。転倒手帳を住民に配布して記録した。③スウェーデン・ルンド大学のDahlberg教授のもとで転倒予防、変形性膝関節症、変形性股関節症に対するWebを介した保存的運動療法の試験的検討を行った。

倫理面への配慮

書面で研究に対する説明と同意を行った。同意できない住民に対してはデータのみを渡して検討から除外した。データは匿名化して、インターネットにつながらないコンピュータに保存した。
（長谷川）

・地域住民における腰痛と固有感覚受容の評価（都島）

3年間全体について

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26年8月29日～8月31日、

平成27年8月21日～8月23日、及び、平成27年8月26日～8月28日で、各年3日間にかけて行った。

平成26年度の検診患者数は、腰椎検診346名、膝検診336名であった。重心動揺検査を342名に、生体インピーダンス法による骨格筋量測定を369名に行った。平成27年度に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。平成28年度に住民検診に参加した554名のうち、整形外科検査を受診したのは370名であった。検診患者数は、腰椎検診361名、膝検診357名であった。重心動揺検査を318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、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。

平成28年度については、さらに追加研究として、腰椎診察にて脊柱アライメント検査と酸素飽和度を測定し、両方のデータを収集できた女性160名を対象に、筋量との関連性について統計・解析を行った。

(倫理面への配慮)

研究期間に行われた各検診にて得られたデータについて、個人情報保護法に基づき、患者データと個人が結びつくことなく厳重にデータ管理をナンバー化し第三者が行っている。(都島)

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

被験者を健常若年者、健常中年者、および腰痛者を含む高齢者とした。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。高齢者については、平成26年度は74名(男性38名、女性36名、年齢 74.4 ± 5.3 歳)である。これを腰痛の有無で分けると非腰痛群46名(年齢 73.8 ± 5.4 歳)と腰痛群28名(年齢 75.5 ± 5.1 歳)となる。平成27年度には、高齢者54名の被験者実験を行ったので、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。

臨床試験プロトコール(以降、プロトコールIと呼ぶ)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ステップの測定手順を図1に示す。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(以降、振動周波数と呼ぶ)と振動刺激を与える部位(以降、振動部位と呼ぶ)を変えて測定した。振動周波数は30、60、150、240Hz、振動部位は下腿三頭筋(Gastrocnemius soleus muscle, GS)と腰部多裂筋(Lumbar multifidus muscle, 以下、LM)である。それぞれの部位を下腿、腰部と呼ぶ。被験者1名に対して振動周波数と振動部位を変えながら計8ステップの

測定を行う。ステップごとの振動周波数および振動部位を表 1 に示す。

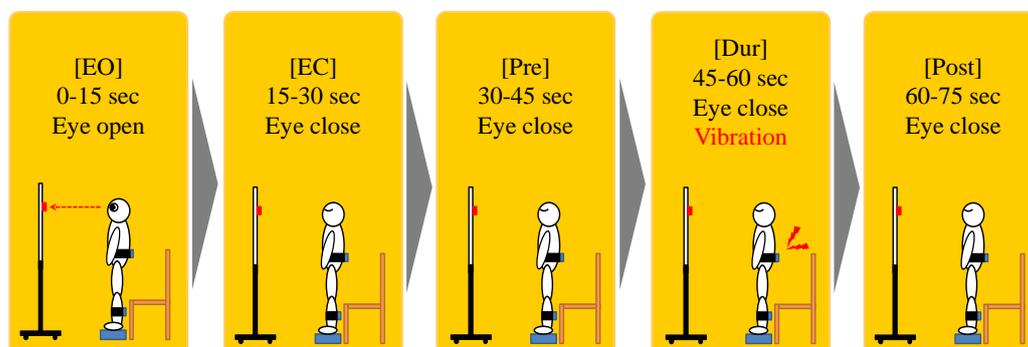


図 1 1 ステップの測定手順 (プロトコール I)

表 1 測定手順と振動刺激の条件 (プロトコール I)

ステップ	振動周波数[Hz]	振動部位
Step 1	30	GS
Step 2	30	LM
Step 3	60	GS
Step 4	60	LM
Step 5	150	GS
Step 6	150	LM
Step 7	240	GS
Step 8	240	LM

振動刺激を与えた時の CoP の動揺を調べるために、CoP に関連するパラメータとして下腿刺激時 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。それぞれを以下に説明する。

下腿刺激時あるいは腰部刺激時の CoP 前後方向移動量 ΔMY は次式で表され、[Pre] 区間の CoP の平均前後方向位置と [Dur] 区間のそれとの差とする。

$$\Delta MY = MY_{Dur} - MY_{Pre} \quad (1)$$

ここで、

$$\begin{aligned} MY_{Pre} &= \text{Mean}_{Pre} \{Y_{CoP}(k)\} \\ MY_{Dur} &= \text{Mean}_{Dur} \{Y_{CoP}(k)\} \\ Y_{CoP}(k) &= y_{CoP}(k) - y_{CoP}(0) \end{aligned}$$

$\text{Mean}_{xx}\{\cdot\}$ は [XX] 区間の $\{\cdot\}$ の平均値、 $y_{CoP}(k)$ は CoP の前後方向成分、 $y_{CoP}(0)$ は $y_{CoP}(k)$ の測定開始時の値である。 ΔMY は Step 1~8 において個別に求める。下腿と腰部に振動刺激を与えた時の ΔMY の値をそれぞれ ΔMY_{GS} と ΔMY_{LM} とし、周波数毎に求める。一方、 RPW は次式で表され、周波数毎に求める。

$$RPW = \frac{|\Delta MY_{GS}|}{|\Delta MY_{GS}| + |\Delta MY_{LM}|} \quad (2)$$

RPW が100 %に近くなるほど下腿優位の姿勢バランスを表し、 RPW が0 %に近くなるほど体幹優位の姿勢バランスを表す。

(2) 周波数可変式振動デバイスの開発

要求仕様を下記4つとして周波数可変式振動デバイスを開発する。

- [1] 振動子の振動周波数を 20~300 Hz の範囲で 1 Hz の刻みで変更できること
- [2] 振動子の振動振幅を 0.1~1.0 mm の範囲で 0.1 mm 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

(3) 臨床試験プロトコルの策定

障害周波数を検知するための臨床試験プロトコルを策定する。このプロトコルをプロトコルⅡと呼ぶ。プロトコルⅠの振動刺激は単一周波数であったのに対して、プロトコルⅡではスイープ周波数を用いる。これによりプロトコルⅠに比べてより多くの振動周波数について調査することが可能となる。スイープ周波数の時間的変化を図2に示す。プロトコルⅠで用いた単一周波数の最小値 30 Hz から最大値 240 Hz をスイープ周波数の変化幅とする。

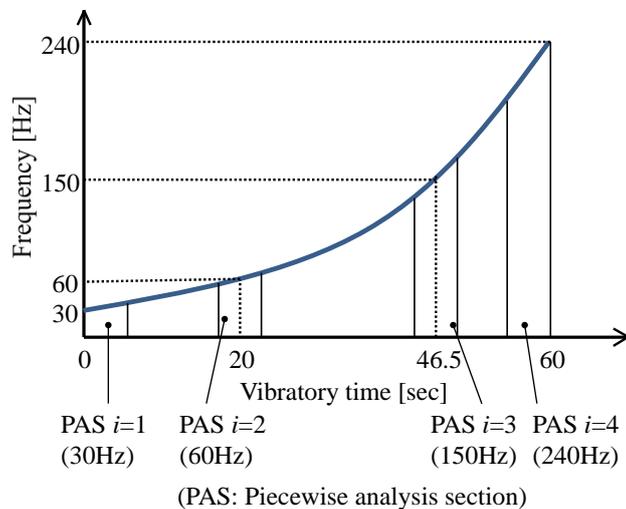


図2 振動刺激に用いるスイープ周波数と区分解析区間

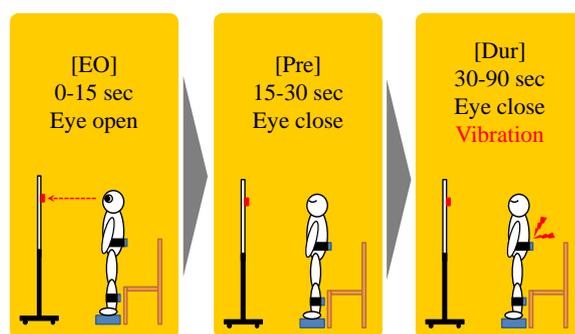


図3 1ステップの測定手順（プロトコールII）

表2 測定手順と振動刺激の条件（プロトコールII）

ステップ	周波数パターン	振動部位
Step 1	Ascend	GS
Step 2	Ascend	LM
Step 3	Descend	GS
Step 4	Descend	LM
Step 5	Ascend	GS
Step 6	Ascend	LM
Step 7	Descend	GS
Step 8	Descend	LM

1ステップの測定時間は90秒間であり、図3に示す3区間からなる。[EO]区間は0-15 sec、振動刺激なし、開眼状態、[Pre]区間は15-30 sec、振動刺激なし、閉眼状態、[Dur]区間は30-45 sec、振動刺激あり、閉眼状態とする。足位は閉足状態とする。被験者1名に対して周波数パターンと振動部位を変えながら計8ステップの測定を行う。ステップごとの周波数パターンおよび振動部位を表2に示す。振動部位はプロトコールIと同様に下腿と腰部とする。下腿と腰部の順番で連続している2ステップを1セットとして、周波数パターンをセットごとに上昇パターン、下降パターン、上昇パターン、下降パターンの順番で4セットを実施する。上昇パターンとは、振動周波数を30 Hzから240 Hzまで上昇させる振動刺激を付与すること、下降パターンとは、振動周波数を240 Hzから30 Hzまで下降させる振動刺激を付与することを示す。各ステップの間には60 secの座位休憩をはさむ。スweep時間は60 secとした。振動付与開始からの経過時間を t とし、上昇パターンと下降パターンの周波数をそれぞれ $f_R(t)$ と $f_D(t)$ とすると次式で表される。

$$f_R(t) = f_0 e^{at}, \quad f_D(t) = f_0 e^{a(60-t)} \quad (3)$$

ただし、 $f_0=30$ Hzとし、 $f_R(60)=240$ Hzとなるように $a=0.03466$ とする。指数関数を用いることで周波数 $f(t)$ の増加率をその時刻における周波数 $f(t)$ に比例させる。図2は上昇パターンにおけるグラフである。評価指標は、プロトコールIと同様に、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 とするが、プロトコールIIではスweep周波数を用いることから、以下の通りに修正する。

修正のコンセプトは、[Dur]区間を一定の時間間隔（以降、区分解析時間と呼ぶ）で分割してそれぞれの区分において評価指標を求め、各振動部位について周波数パターンを上昇パターンと下降パターンの順番で2回を繰り返した際の4つの[Dur]区間のデータのいずれかを用いることとする。ここで、区分解析時間、および4つの[Dur]区間のデータの選定方法（以降、解析対象と呼ぶ）をプロトコールⅡの解析条件として、プロトコールⅠの結果が再現されるように解析条件を決める。

そこで、プロトコールⅠにおける振動周波数 30 Hz, 60 Hz, 150 Hz, 240 Hz での評価指標の値と比較するために、プロトコールⅡにおいても振動周波数 30 Hz, 60 Hz, 150 Hz, 240 Hz での評価指標の値を求め、[Dur]区間のうち振動周波数 30 Hz, 60 Hz, 150 Hz, 240 Hz のそれぞれの近傍において ΔMY_{LM}^i , ΔMY_{GS}^i , RPW^i を計算する。 i は 1 から 4 の値とし、それぞれが前述の振動周波数に対応する。これらの振動周波数の近傍の区間を区分解析区間と呼ぶ。CoP の前後方向の k 番目の時系列データを $y(k)$ とする。[Pre]区間と各区分解析区間における $y(k)$ の平均重心位置をそれぞれ(4)式と(5)式から求める。

$$MY_{Pre} = \frac{1}{N} \sum_{k=N+1}^{2N} y(k) \quad (4)$$

$$MY_{Dur}^i = \frac{1}{4N} \sum_{k=2N+1}^{6N} y(k), (i=1, \dots, 4) \quad (5)$$

ここで、 N は 15sec 間に測定されるデータ数、 MY_{Pre} は[Pre]区間における CoP 前後方向移動量、 MY_{Dur}^i は区分解析区間 i における CoP 前後方向移動量である。二つの CoP 前後方向移動量の差 ΔMY^i は(6)式で表される。

$$\Delta MY^i = MY_{Dur}^i - MY_{Pre}, (i=1, \dots, 4) \quad (6)$$

ここで、下腿刺激時の ΔMY^i を ΔMY_{GS}^i 、腰部刺激時の ΔMY^i を ΔMY_{LM}^i と表記する。固有受容荷重比率 RPW^i は(7)式で表される。

$$RPW^i = \frac{|\Delta MY_{GS}^i|}{|\Delta MY_{GS}^i| + |\Delta MY_{LM}^i|}, (i=1, \dots, 4) \quad (7)$$

プロトコールⅡを健常若年者 9 名（男性 9 名、女性 0 名、年齢 21.55±1.33 歳）に適用し、その再現性の検証ならびに再現性が高い実験条件を解明する。ここで「再現性が高い」とは、プロトコールⅠの結果とプロトコールⅡの結果の検者間信頼性が高いこととする。各プロトコールの結果として、下腿刺激時 CoP 前後方向移動量 ΔMY_{GS} を用いる。これを選んだ理由は、健常若年者のデータにおいて他の評価指標（ ΔMY_{LM} と PRW ）と比べてバラつきが少ないことから、信頼性の評価には適していると判断したためである。再現性の評価には検者間信頼性 ICC(2,1)を用いる。ICC(2,1)が 0.8 以上である場合、その解析条件における再現性が高いとみなす。ICC(2,1)の算出には IBM SPSS statistics ver. 22（日本アイ・ビー・エム）を用いる。解析条件の候補を以下に示す。

- 1) 解析対象：1 回目上昇パターン、1 回目下降パターン、2 回目上昇パターン、2 回目下降パ

ターン、1回目上昇パターンと1回目下降パターンの組み合わせパターン、2回目上昇パターンと2回目下降パターンの組み合わせパターン、1回目下降パターンと2回目上昇パターンの組み合わせパターンの7種類とする。

2) 解析時間：1 sec から 9 sec まで 1 sec 毎の 9 種類とする。

(倫理面への配慮)

臨床試験を行う前に被験者に対して考えられる危険性についての説明を十分行ったうえで、途中で測定中止を申し出ることができる旨を伝えた。(森田)

C. 研究結果

患者対象研究

・高齢者腰痛患者における振動刺激に対する固有感覚受容の評価(酒井)

平成 26 年度においては、腰痛と固有感覚受容の評価では、RPW を男性高齢者と女性高齢者で比較したところ、女性高齢者の値が高く(男性高齢者で 48.1%、女性高齢者で 66.2% : $p<0.05$)、下腿優位の姿勢制御を示した。腰背筋断面積、背筋力は女性高齢者が男性高齢者よりも低下していた(いずれも $p<0.01$)。身長と体重は、男性高齢者が女性高齢者よりも高値であった(いずれも $p<0.01$)。VAS は女性高齢者が男性高齢者よりも高値を示した($p<0.05$)。RPW と腰背筋断面積との間に負の相関関係が認められた。VAS と L4/5 腰部多裂筋との間に負の相関関係が認められた。年齢、BMI、罹病期間、腰椎前弯角度、転倒スコアに有意差は認められなかった。

平成 27 年度においては、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±28.6%、腰痛高齢患者=60.9±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±22.5%、腰痛高齢患者=46.7±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±24.5%、腰痛高齢患者=59.7±25.0%)、150 Hz の RPW (非腰痛高齢患者=56.3±29.0%、腰痛高齢患者=52.5±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±2.6cm、腰痛高齢患者=6.6±1.7cm、 $p<0.01$) と RDQ (非腰痛患者=9.4±5.4 点、腰痛高齢患者=13.4±6.6cm、 $p<0.01$) 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。

平成 28 年度では、腰痛高齢患者は、240 Hz 刺激の RPW (非腰痛高齢患者=56.5±2.5%、腰痛高齢患者=45.7±2.5%) で体幹優位の姿勢制御を示した($p<0.01$)。30、60、150 Hz 刺激では腰痛高齢患者と非腰痛高齢患者との間で有意差は認められなかった。腰痛高齢患者は、年齢(非腰痛高齢患者=74.0±5.0 歳、腰痛高齢患者=76.5±4.8 歳、 $p<0.01$) と RDQ (非腰痛高齢患者=9.7±5.3 点、腰痛高齢患者=13.1±5.5 点) が有意に高く、背筋力(非腰痛高齢患者=172.1±42.1N、腰痛高齢患者=156.0±35.7N、 $p<0.05$)、L4/5 腰部多裂筋断面積比率(非腰痛高齢患者=35.3±0.8%、腰痛高齢患者=31.4±0.8%) は、有意に低い結果であった。一方、体重と転倒スコアの有意差は認められなかった。RDQ と 240 Hz 刺激の RPW で、低い負の相関関係が認められた($r=-0.175$: $p<0.05$)。240 Hz 刺激の RPW と背筋力、L4/5 腰部多裂筋断面積比率との間に有意な相関は認

められなかった。(酒井)

・高齢者のADLとバランス評価(近藤)

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。図1に大塚らの報告における健常高齢者のデータとの年齢別比較を示した。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。

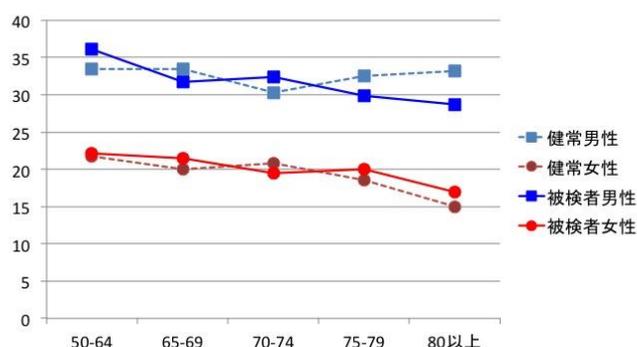


図1.大塚らの報告における健常高齢者のデータとの年齢別比較

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の評価(島田)

3年間全体について

感覚統合機能と転倒リスクとの関連については、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)、67名中の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 (図 2)。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、 $p = 0.046$)。

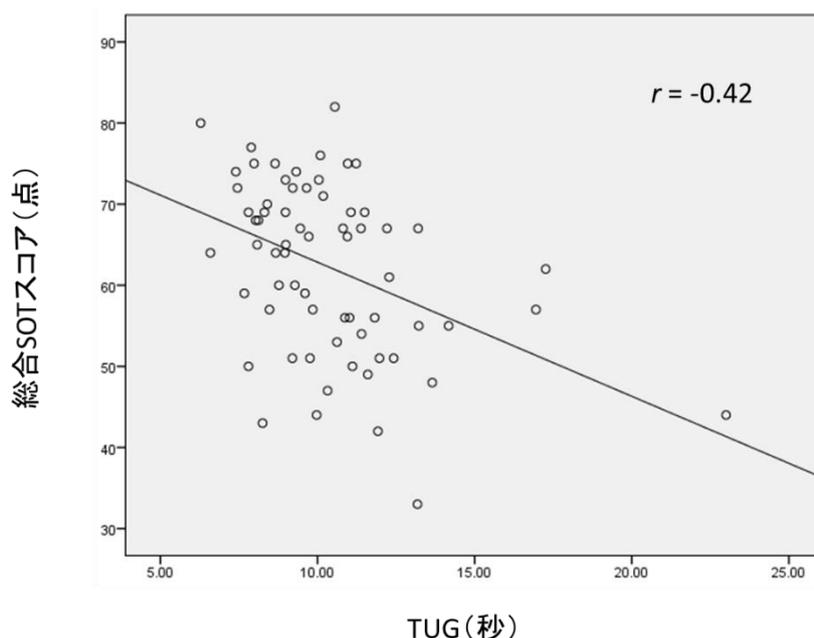


図 2. Timed Up and Go テスト (TUG) と感覚統合機能テスト (SOT) との相関

大規模コホートの総合的機能検査データベースにおける転倒と腰痛との関連では、ベースラインにおける腰痛の有無による転倒発生割合を比較すると、腰痛あり群 (1,103 名) におけるベースライン以降 15 ヶ月間の 1 回以上の転倒発生率は 21.8% (241 名) であったのに対して、腰痛なし群 (3,103 名) での 1 回以上の転倒発生率は 16.3% (507 名) であり、腰痛あり群での転倒発生率が有意に高かった ($p < 0.001$)。また、2 回以上の転倒発生した割合を比較すると、腰痛あり群では 7.9% (87 名)、腰痛なし群では 4.2% (129 名) であり、複数回の転倒もベースラインで腰痛を有する者で高い割合で発生していた ($p < 0.001$) (図 3)。

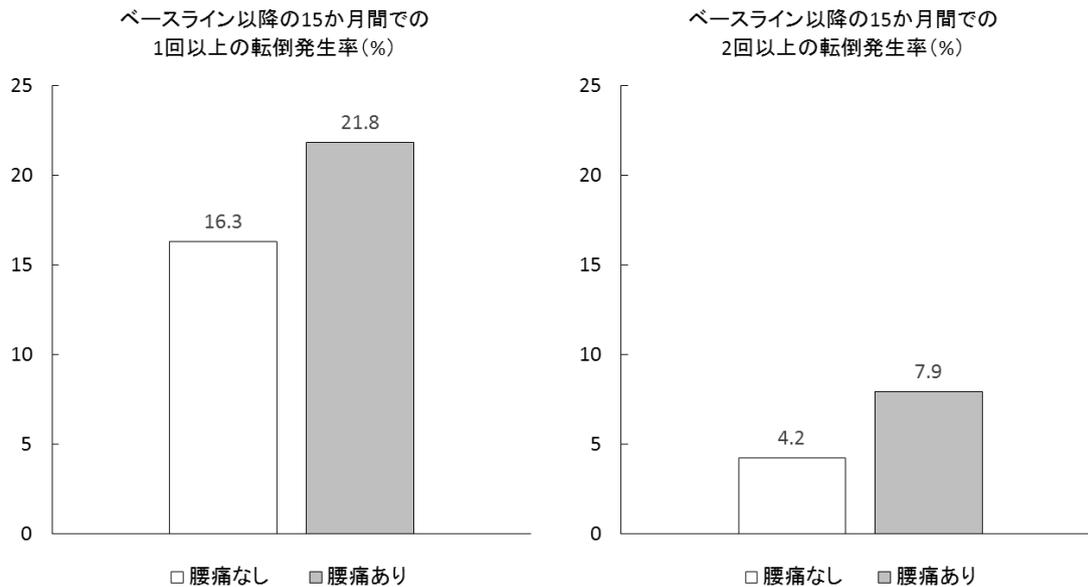


図3. ベースラインにおける腰痛の有無と将来の転倒発生

平成28年度について

ベースライン以降の15か月間での転倒発生率は16.9% (749名) であり、2回以上の転倒を発生した者は4.9% (216名) であった (無効回答が224名)。ベースラインにおける腰痛の有無による転倒発生の割合を比較すると、腰痛あり群 (1,103名) におけるベースライン以降15ヶ月間の1回以上の転倒発生率は21.8% (241名) であったのに対して、腰痛なし群 (3,103名) での1回以上の転倒発生率は16.3% (507名) であり、腰痛あり群での転倒発生率が有意に高かった ($p < 0.001$)。また、2回以上の転倒発生した割合を比較すると、腰痛あり群では7.9% (87名)、腰痛なし群では4.2% (129名) であり、複数回の転倒もベースラインで腰痛を有する者で高い割合で発生していた ($p < 0.001$)。転倒による外傷の発生に対する腰痛の影響を調べるために、ベースラインにおける腰痛の有無とベースライン以降15ヶ月間における転倒による骨折の発生有無を比較した結果、腰痛あり群における転倒による骨折発生の割合は3.0% (35名) であり、腰痛なし群では1.8% (60名) であった ($p = 0.017$) (図4)。

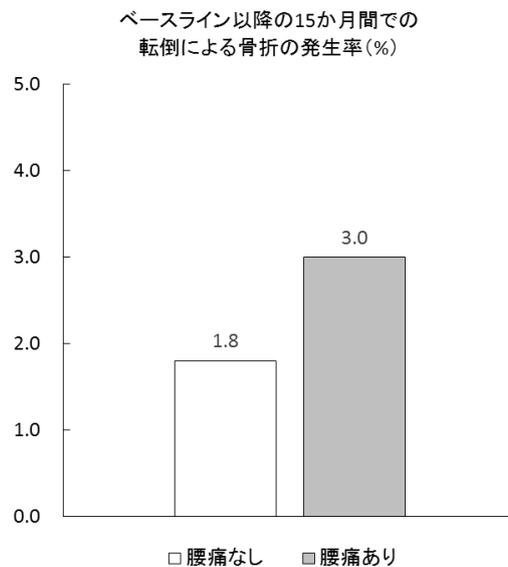


図 4. ベースラインにおける腰痛の有無と将来の転倒による骨折の発生
(島田)

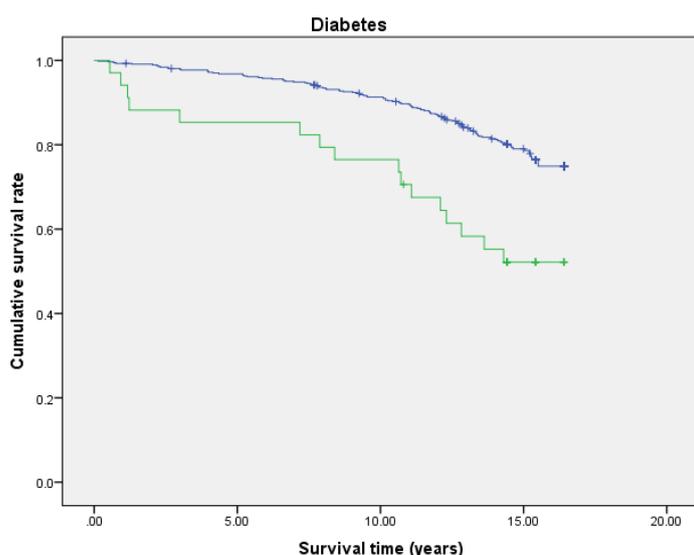
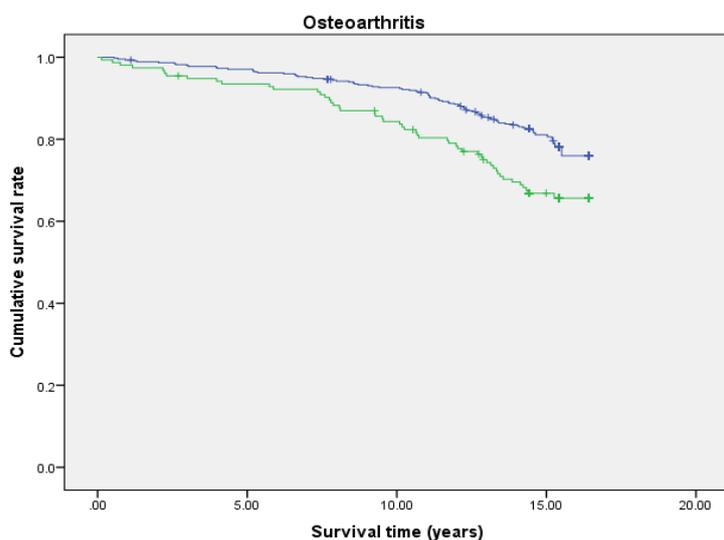
・地域住民における転倒および下肢機能と固有感覚受容の評価 (長谷川)

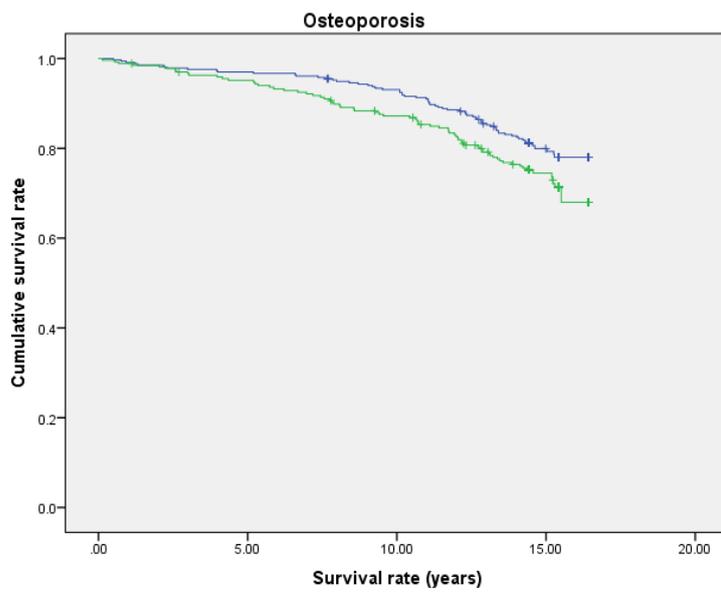
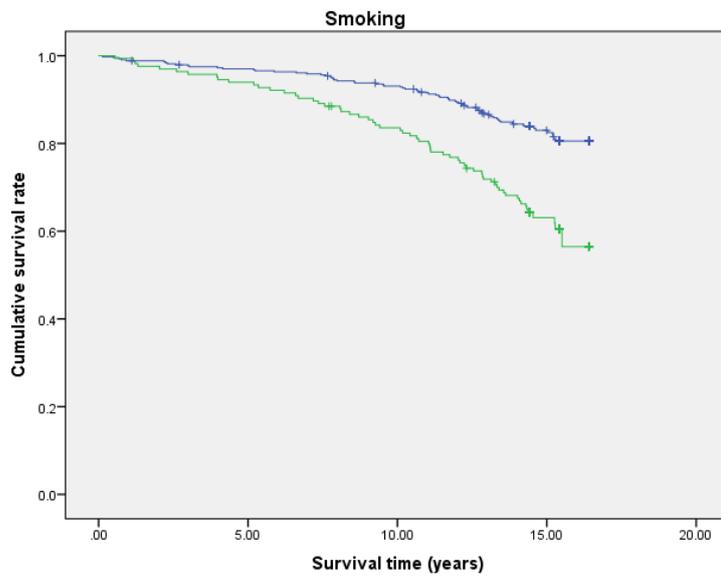
3年間全体について

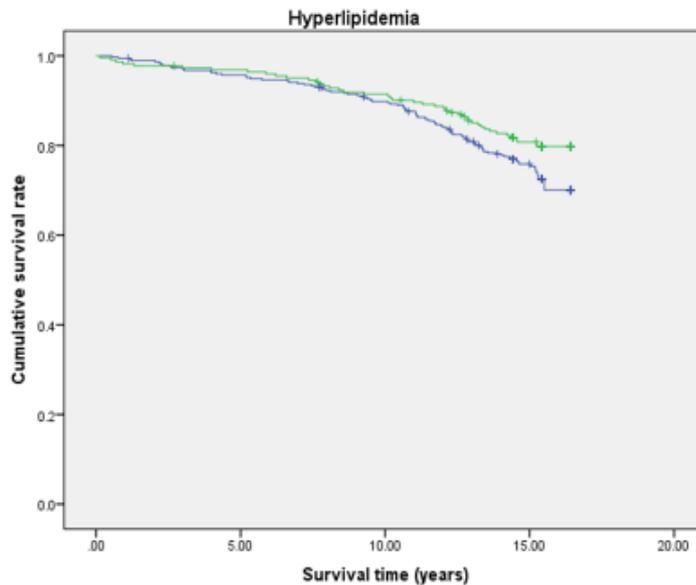
膝 OA は病期の初期から疼痛・圧痛や関節水腫、膝伸展障害、歩行障害が出現した。病気が進行すると膝屈曲制限や下肢運動機能低下、立位不安定性と身体的 QOL 低下が出現した。しかし重度 OA でも精神的 QOL は低下しなかった(発表①)。平成 25 年ロコモ度テストが発表されたので八雲町住民検診で検証した。両足立ち上がりテストはロコモ 25 と良く関連した。片足立ち上がりは再現性が低く問題がある。ツーステップテストはワンステップテストと同様であった(発表②)。一般住民(平均年齢 65 歳)の神経障害性疼痛(NP)は 13%あり、NP 群では腰痛や下肢痛が強かった。NP は有意に脊椎アライメントに悪影響を及ぼしていた。QOL の低下には年齢、NP、胸椎後弯角が危険因子として同定されていた(発表③)。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(発表④)。脊柱管狭窄症(LSS)は 9.1%にも射止めた。LSS 群は有意に高齢で腰痛 VAS/菓子 VAS が高く、painDETECT (NP スクリーニング) 値が高かった。サルコペニアは 27%に認めたが LSS とは関連しなかった(発表⑤)。精密な股関節可動域計測を行った。105 名の住民検診から、一般住民の股関節可動域の標準値が作成できた。股関節可動域は年齢による現象はなかったが左右差があった。体幹の伸展と屈曲は股関節 150 度、胸椎・腰椎 50 度であった。股関節の可動域の維持が腰痛予防に有用であることが判った(発表⑥)。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(発表⑦)。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(発表⑧)。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・四肢筋肉量はロコモの有用な指標となると考えた(発表⑨)。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(発表⑩)。

長期縦断研究の結果は2014年12月31日時点で4例追跡不明であった。601例(男性248例、女性353例)経過観察可能(follow up rate 99.3%)、男性が女性に比べて有意に年齢が高く、喫煙習慣や飲酒習慣があり、DMやHTが多かった。女性がOA、骨粗鬆症、HLの割合が大きかった。BMIと運動習慣に男女差は無かった。喫煙習慣、飲酒習慣、運動習慣、OA、骨粗鬆症、DM、HT、HLについて、Kaplan-Meier法による生存曲線とLog-rank検定の結果を示す(Figure)。喫煙習慣、OA、骨粗鬆症、DM、HTで死亡率が有意に高くなる結果であった。年齢、性別、BMIで調整し、すべての項目を投入してCox hazard modelで多変量解析を行った。







全体の解析では OA : 1.972 (95%CI:1.356-2.867, $P < 0.001$)、DM : 1.965 (95%CI:1.146-3.368, $P = 0.014$)、喫煙習慣:1.706 (95%CI:1.141-2.552, $P = 0.009$)、骨粗鬆症 : 1.614 (95%CI : 1.126-2.313, $P = 0.009$) であった。OA : 2.551 (95%CI : 1.338-4.866, $P = 0.004$) 女性のみ解析では喫煙習慣 : 2.883 (95%CI : 1.202-6.912, $P = 0.008$)、骨粗鬆症、DM に有意差なし ($P = 0.080, P = 0.897$)、男女間で危険因子に差があることが解った。男性のみ解析では OA : 1.782 (95%CI : 1.105-2.874, $P = 0.008$)、DM:2.312 (95%CI:1.278-4.182, $P = 0.006$)、骨粗鬆症:1.611 (95%CI:1.041-2.493, $P = 0.032$)、喫煙習慣:有意差なし ($P = 0.092$) であった。

平成 28 年度について

年齢を 65 歳未満 100 例、65 歳以上 96 例の 2 群で検討した。相関分析では 65 歳未満群は運動機能と相関はなかった。65 歳以上群は注意力 D-CAT1 は TUG、10m 歩行速度と相関。D-CAT3 は TUG、10m 歩行速度と相関した。文字流暢性は TUG と相関した。カテゴリー流暢性 (動物の名前など) は最大歩幅左、TUG、10m 歩行速度と相関した。重回帰分析では目的変数を認知機能として説明変数を運動機能 (ステップワイズ) とし年齢、教育歴、性別による補正をおこなった。注意機能 D-CAT1 は 65 歳未満では TUG が有意に関連した。 ($R^2 = 0.194, p = 0.048$)、65 歳以上群は運動機能と関連がなかった。D-CAT3 は 65 歳未満も 65 歳以上も運動機能と関連がなかった。論理的記憶は 65 歳未満も 65 歳以上も運動機能と関連がなかった。文字流暢性は 65 歳未満群は両脚立ち上がり $R^2 = 0.189, p = 0.046$ 、65 歳以上群で最大歩幅右 $R^2 = 0.246, p = 0.043$ 関連が有意であった。カテゴリー流暢性 (動物の名前など) は 65 歳未満群では運動と関連がなかった。65 歳以上群では最大歩幅右が年齢、性別、教育を補正しても有意に関連した。 ($R^2 = 0.260, p = 0.001$)

転倒頻度は 11.0% であり自宅での転倒が 68% であった。運動機能に対する転倒との関連は解析中である。中間解析として変形性関節症があると有意に転倒しやすかった。(長谷川)

・地域住民における腰痛と固有感覚受容の評価（都島）

3年間全体について

1：一般住民における腰部脊柱管狭窄症とサルコペニアとの関連調査

脊柱管狭窄症（LSS）は9.1%に認めた。LSS群は有意に高齢で腰痛VAS/下肢VASが高く、pain DETECT（NPスクリーニング）値が高かった。サルコペニアは27%に認めたがLSSとは関連しなかった。

2：筋量計と重心動揺計を用いた調査

まず筋量計にて補正四肢筋量を計測、サルコペニアの有無で比較検討を行なったところ、重心動揺検査で前後動揺中心がサルコペニア群は-1.45cm、非サルコペニア群では-1.72cm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。（池内一磨、日整会誌 88（2）2014）

重心動揺検査と腰痛VAS値の計測できた検診者を対象に、その関連性について統計・解析を行った。開眼検査において、腰痛の有無で明らかな有意差は見られなかったものの、閉眼検査では、前後動揺平均中心変位は、腰痛あり群（-0.019cm）で腰痛なし群（-0.260cm）と有意に前方へ変位していた。ロンベルグ率も軌跡長、前後動揺平均中心変位、左右軌跡長で有意な上昇を認めた。腰痛を有することにより、重心が前方へシフトすると考えられた。（都島幹人、日整会誌 89 2015）

続いて腰痛ありの中で男女の有無による重心動揺及び、筋力検査の結果を比較検討すると、開眼検査で差は見られなかったが、閉眼検査・ロンベルグ率において、総軌跡長・前後軌跡長・左右軌跡長が女性で大きくなっていった。前後・左右の動揺平均中心の変位に有意差はなかった。また女性では補正四肢筋量・上肢筋量・下肢筋量も有意に低かったが、サルコペニアの有病率に差はなかった。

さらに四肢及び体幹の抵抗値を5・50・250・500kHz・1MHzのインピーダンスで調査したが、男女ともに腰痛の有無で有意差は見られなかった。

これらの結果を考察すると、腰痛により、重心が前方にシフトし、さらに女性では動揺性が強くなることがわかった。その要因としては、四肢筋量が女性の方が低下して焙ることが挙げられる。

3：ロコモおよび運動機能検査と関連性

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。特に四肢筋肉量は相関が強かった。筋肉率・四肢筋肉量はロコモの有用な指標となると考えた。（村本明生 日整会誌 88 2014） 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。

平成28年度について

腰痛ありの中で男女の有無による重心動揺及び、筋力検査の結果を比較検討すると、開眼検査で差は見られなかったが、閉眼検査・ロンベルグ率において、総軌跡長・前後軌跡長・左右軌跡

長が女性で大きくなっていた。前後・左右の動揺平均中心の変位に有意差はなかった。また女性では補正四肢筋量・上肢筋量・下肢筋量も有意に低かったが、サルコペニアの有病率に差はなかった。

さらに四肢及び体幹の抵抗値を $5 \cdot 50 \cdot 250 \cdot 500 \text{ kHz} \cdot 1 \text{ MHz}$ のインピーダンスで調査したが、男女ともに腰痛の有無で有意差は見られなかった。

腰椎において、正常群 18.1 度、低下群 12.2 度と有意な前弯の消失を認めた ($p < 0.01$)。屈曲位と伸展位の測定値より胸腰椎の可動域を計測したところ、正常群は胸椎 15.4 度/腰椎 47.5 度だったが、低下群は 10.1 度/41.2 度となり、有意に胸椎と腰椎の可撓性が低下していた ($p < 0.05$)。(都島)

固有感覚受容評価のための装置開発 (森田)

(1-1) 高齢者と若年者のバランス機能の比較 1

平成 26 年度に収集したデータについて解析結果をまとめる。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} 、固有受容加重比率 RPW の結果をそれぞれ図 4、図 5、図 6 に示す。ただし、高齢者のデータを非腰痛群と腰痛群に分けて解析を行い、それらの結果も図に掲載するが、比較検証は D.考察と結論でまとめる。図 4 より、若年者群と中年者群の両群とも、いかなる周波数の振動刺激を下腿に与えても、CoP が後方に移動する傾向が分かる。また、若年者群と中年者群の差はほとんどなく、両群とも振動刺激の周波数が 60 Hz と 150 Hz の場合、特に後方への移動量が大きいたことが分かる。一方、振動刺激を腰部に与えても、CoP 前後方向移動量にばらつきが多く、個人差が大きいと考えられる。また、 RPW においても、若年者群と中年者群の差は少なく、150 Hz の場合のみ下腿優位になることが分かる。以上より、全ての指標において若年者群と中年者群に有意差が無いことから、両群にバランス機能の違いは無いと考えられる。

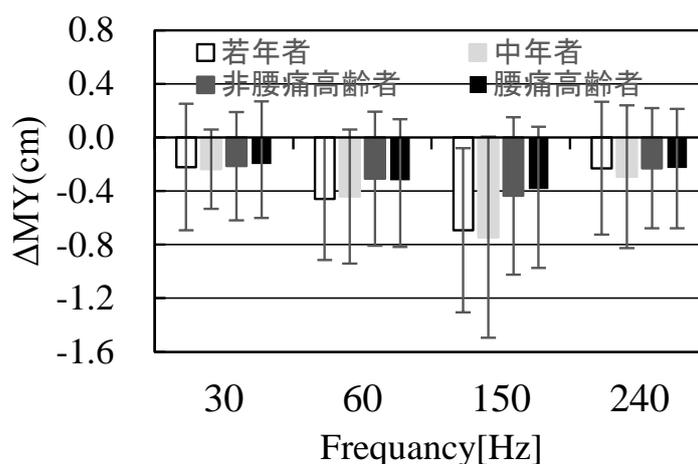


図 4 ΔMY_{GS} の周波数特性

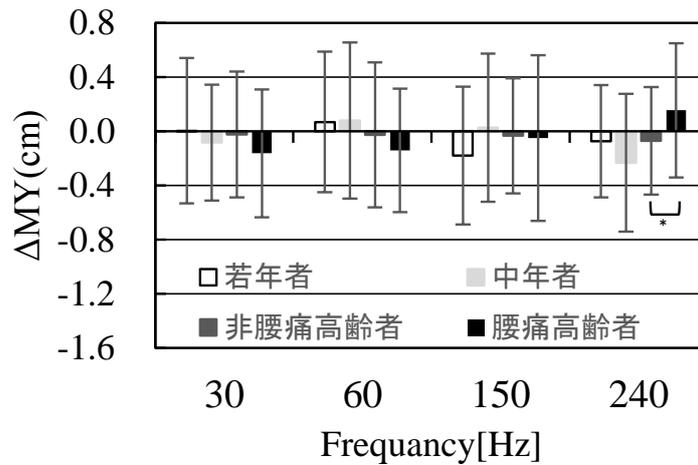


図5 ΔMY_{LM} の周波数特性 (** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, / : $p < 0.10$)

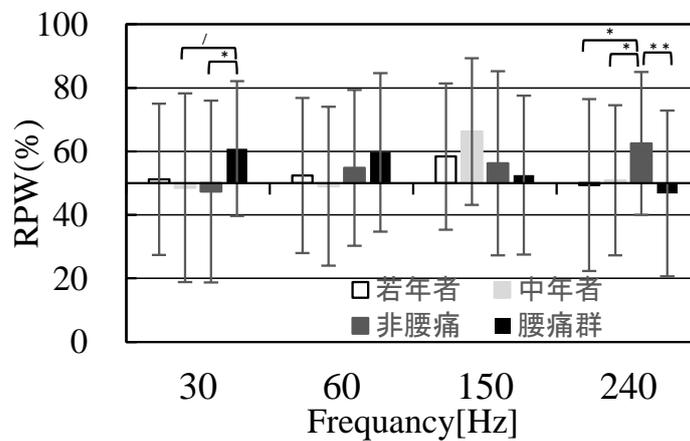


図6 RPW の周波数特性 (** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, / : $p < 0.10$)

(1-2) 高齢者と若年者のバランス機能の比較2

平成26年度と平成27年度に収集したデータを合わせて、若年者群、中年者群、腰痛高齢者群、および非腰痛高齢者群に分けて解析を行った結果をまとめる。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 の結果をそれぞれ図7、図8、および図9に示す。

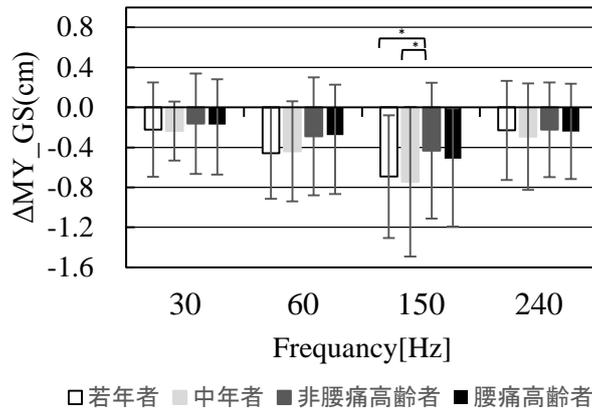


図7 ΔMY_{GS} の周波数特性 (** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, / : $p < 0.10$)

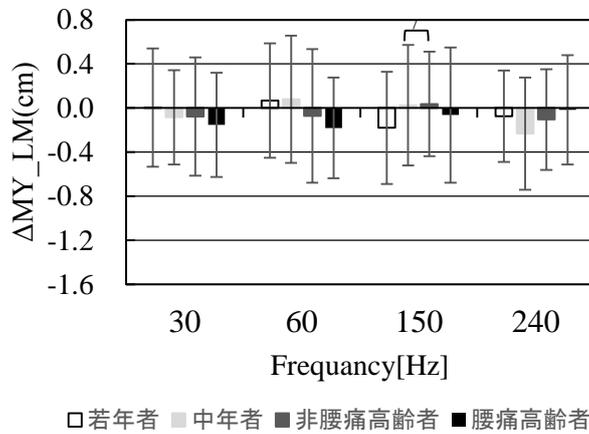


図8 ΔMY_{LM} の周波数特性 (** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, / : $p < 0.10$)

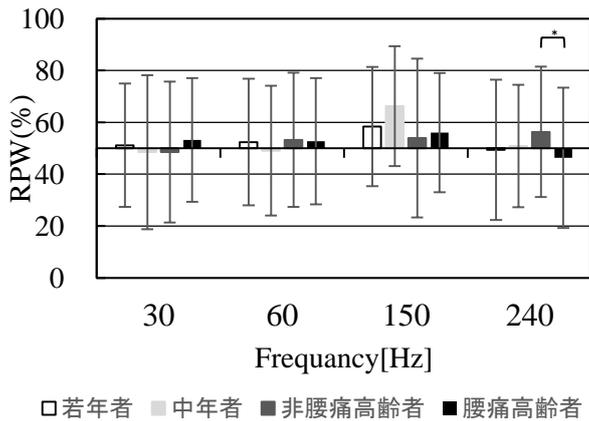


図9 RPW の周波数特性 (** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, / : $p < 0.10$)

(2) 周波数可変式振動デバイスの開発

B. 研究方法で示した4つの仕様を満足する周波数可変式振動デバイスを開発した。このデ

バイスを図 10 の左図に示す。振動子としてスピーカー（Aurasound, NSW1-205-8A）を用いる。アンプ内のマイコン（マルツエレクトロニクス, 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 20~300Hz の範囲で一定の振幅（0.1~1 mm, 0.1 mm 刻み）を実現する。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生成するためのソフトウェア VibDev Ver.1.0 を開発した。これを図 10 の右図に示す。

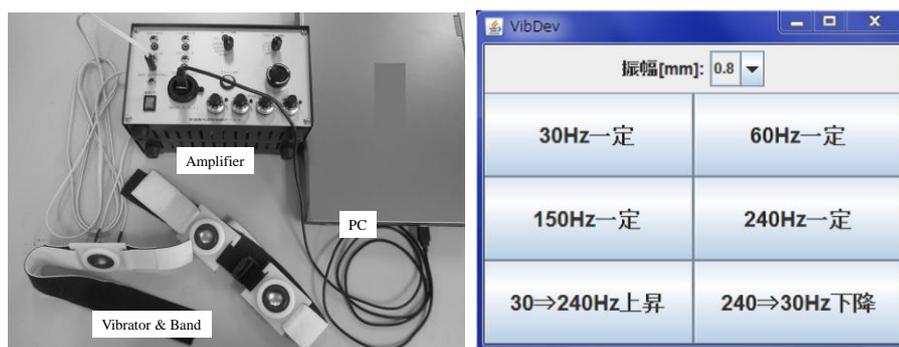


図 10 周波数可変式振動デバイスと VibDev Ver.1.0

(3) 臨床試験プロトコルの策定

全ての実験条件におけるプロトコル II の検者間信頼性 ICC(2,1)を求めた結果を表 3 に示す。表 3 より、ICC(2,1)が 0.8 以上となる実験条件は以下となった。

- 1) 解析対象が 1 回目下降パターンと 2 回目上昇パターンの組み合わせパターン、かつ解析時間が 1 sec, 2 sec, 3 sec, あるいは 4 sec であること
- 2) 解析対象が 1 回目下降パターン、かつ解析時間が 1 sec であること

プロトコル I とプロトコル II の評価指標の値の比較を図 11~図 13 に示す。図 11、図 12、および図 13 はそれぞれ下腿刺激時 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 を示す。ただし、解析条件として、解析対象を 1 回目下降パターンと 2 回目上昇パターンの組み合わせパターンで、解析時間を 2 sec とした。

表 3 プロトコル II における実験条件毎の検者間信頼性 ICC(2,1) (*: 0.8 以上)

区分解析 時間 [sec] 解析対象	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1回目上昇P	0.085	0.054	0.023	0	0	0	0	0	0
1回目下降P	0.824*	0.778	0.771	0.783	0.717	0.749	0.750	0.727	0.691
2回目上昇P	0.712	0.760	0.766	0.782	0.719	0.674	0.593	0.548	0.560
2回目下降P	0	0	0	0.031	0.385	0.466	0.383	0.364	0.349
1回目上昇P	0.383	0.367	0.348	0.324	0.284	0.262	0.241	0.261	0.252

+1回目下降P									
2回目上昇P	0.779	0.795	0.760	0.752	0.758	0.735	0.645	0.598	0.600
+2回目下降P									
1回目上昇P	0.904*	0.902*	0.863*	0.834*	0.770	0.763	0.712	0.665	0.646
+2回目上昇P									

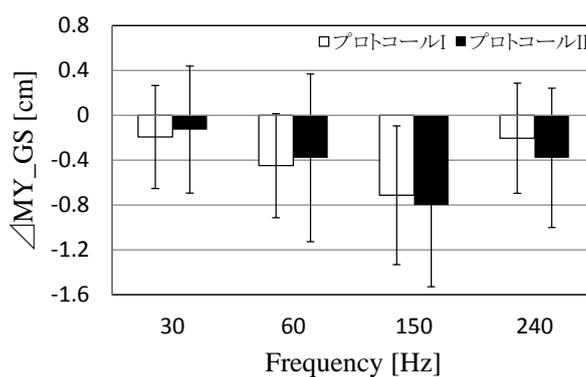


図 11 プロトコルの違いによる ΔMY_{GS} の周波数特性の比較

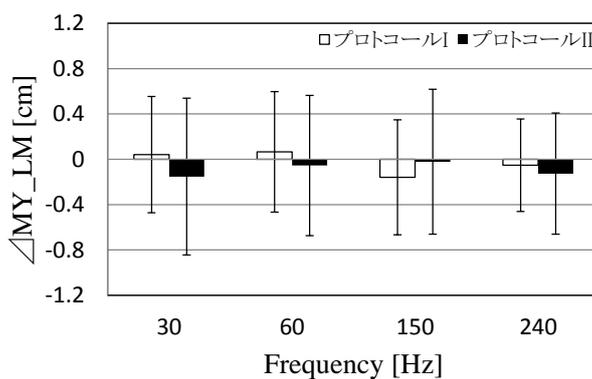


図 12 プロトコルの違いによる ΔMY_{LM} の周波数特性の比較

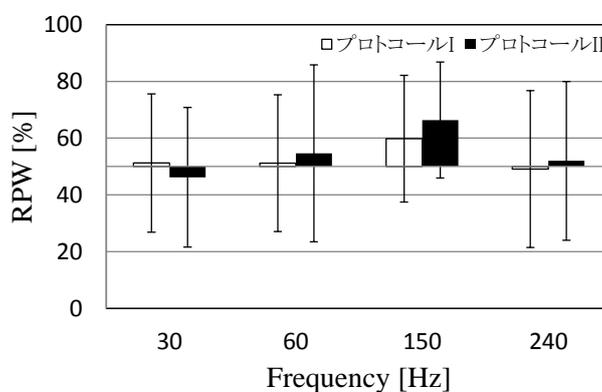


図 13 プロトコルの違いによる RPW の周波数特性の比較
(森田)

D. 考察と結論

患者対象研究

- ・高齢者腰痛患者における振動刺激に対する固有感覚受容の評価（酒井）

平成 26 年度の結果より、高齢者腰痛と固有感覚受容については、RPW は女性高齢者で腰部の固有感覚の低下から下腿優位の姿勢制御を示した。このことから、女性高齢者において下腿三頭筋が腰部多裂筋よりも振動刺激の影響を受けることが示された。

Brumagne らは、CoP の平均変位は、下腿三頭筋への振動刺激で後方に変化すると報告している。これは性差とは関係のない知見であるが、本研究の結果から、男性高齢者よりも女性高齢者の下腿三頭筋の方が振動刺激の影響をより大きく受けることが示唆された。この結果を RPW の定義から逆にみると、女性高齢者の腰部の固有感覚は、男性高齢者と比較して低下しているといえる。すなわち、女性高齢者の姿勢制御は下腿の筋紡錘に依存していることが示唆されたといえる。一方、Brumagne らによって、腰部の振動に対する感度の低下は、腰部多裂筋の筋紡錘の求心性情報の感受性が低下していることが示唆されている。このことから、女性高齢者は男性高齢者よりも下腿優位となる姿勢制御の戦略を利用し、不安定な場所での活動時に腰部の固有感覚の入力が弱いため、下腿に依存しやすくなる可能性がある。また、女性高齢者は、腰部脊柱管狭窄症および変形性脊椎症に罹患したことによる腰痛の主観的な VAS の値も男性高齢者よりも高いため、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。過去の研究では、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。このことから女性高齢者は、下腿優位の姿勢制御を示すが、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。一方で、年齢や BMI、罹病期間、腰椎前弯角度、転倒スコアに有意な差が認められないことから、腰部疾患に罹患した高齢者のバランス機能低下には、性差によるこれらの影響は小さいことが示唆される。また、本研究で使用した転倒スコアは、7 点以上が転倒のハイリスクとされ、本研究の対象者における男性および女性高齢者の転倒スコアが、ハイリスクとされる 7 点以下であったことから、腰部の固有感覚低下と下腿優位の姿勢制御によるバランスの不安定性が転倒リスクに繋がる影響は、性差の視点から比較した場合においては小さいのかもしれない。

女性高齢者は男性高齢者と比べて腰背筋断面積や背筋力が有意に低下しており、VAS も高値を示した。VAS と両側 L4/5 の腰部多裂筋との相関関係および RPW と腰背筋断面積との相関関係が認められた。このことから、女性高齢者の場合、主観的な痛みの訴えが強い者は、特に L4/5 の腰部多裂筋が萎縮しやすく、体幹の筋機能も固有感覚と同様に低下していく可能性がある。また、腰背筋断面積の減少のなかでも特に、両側 L4/5 の腰部多裂筋が萎縮していることから、主観的な痛みの訴えが強くなっている可能性も考えられる。

平成 27 年度の結果より、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

では、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。

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）からの入力の中枢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。

平成 28 年度の結果より、マイルスネル小体と筋紡錘よりも、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低下していると思われる。RPW 240 Hz が体幹優位となるほど、RDQ の得点が高くなっていることが示された。

腰痛を有する高齢者の固有感覚は、これまでの多くの研究結果では、体幹の固有感覚の感受性が加齢に伴い低下し、下腿優位となることが明らかになっている。しかしながら、本研究では、体幹の固有感覚が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、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、代償的に腓腹筋の低周波数（マイルスネル小体および筋紡錘）に対する感受性が優位となり、下腿の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。

一方で、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の報告もある。

本研究の対象者の場合、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は、機械的振動刺激に対する感受性は腓腹筋よりも低下していないことが推察されるが、背筋力低下と腰痛増悪に伴い体幹の姿勢制御が不安定になっている可能性が示唆される。

しかしながら、RPW 240 Hz と L4/5 多裂筋断面積比率、背筋力との間には有意な相関は認められなかった。これらの理由は、多裂筋断面積の萎縮に伴う背筋力低下よりも、RDQ の得点が高いことによる、腰痛増悪に伴う体幹機能低下が関係しているのではないかと考えられる。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、下腿のファーターパチニ小体の感受性低下と腰痛増悪に伴う日常生活活動の制限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、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が示唆される。

3 年間の研究の結論として、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下腿の感受性が低下していると思われる。このことから、下腿での高周波数（ファーターパチニ小体）に対する感受性低下を代償するために、体幹はファーターパチニ小体、下腿はマイルスネル小体および筋紡錘の感覚を利用して、姿勢安定性を保持している可能性が高いと考えられる。

(酒井)

一般住民研究

・高齢者の ADL とバランス評価（近藤）

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。

表 1 に大淵による特定高齢者の標準値 3) を示した。これに対応させるために、表 2 に今回の

被検者を 65 歳以上、未満の年齢および性別で分けた結果を示した。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。

表 1. 特定高齢者の標準値

	男性			女性		
	平均値	標準偏差	N	平均値	標準偏差	N
握力	27.1	7.30	335	18.6	4.90	1,056
片脚起立時間	13.9	16.40	325	15.1	17.30	1,037
TUG	11.4	6.90	329	10.5	4.10	1,035
5m 歩行時間	5.1	7.30	303	5.0	6.60	972

表 2 今回の被検者の結果（性別および 65 歳以上、未満で分けた場合）

		男性			女性		
		平均値	標準偏差	N	平均値	標準偏差	N
65 歳以上	握力	27.0	7.53	73	19.4	5.40	68
	片脚起立時間	26.9	22.22	73	25.1	22.57	68
	TUG	10.1	3.46	73	11.2	3.35	68
	5m 歩行時間	3.5	1.03	73	3.2	1.09	68
65 歳未満	握力	36.1	5.74	12	22.2	6.60	6
	片脚起立時間	35.1	27.06	12	43.4	24.91	6
	TUG	14.1	9.25	12	12.2	5.25	6
	5m 歩行時間	3.5	1.25	12	3.4	1.84	6

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、80 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 4)、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。

文献

- 1) 大塚友吉ほか：高齢者の握力—測定法と正常値の検討—、リハ医学 31: 731-735, 1994
- 2) 星野雄一、星地亜都司. ロコモ診断ツールの開発—運動器健診に向けて. 日整会誌 85: 12-20, 2011
- 3) 大淵修一. 運動器の機能向上マニュアル (改訂版) 33, 2011
- 4) 腹引弘、脳卒中患者の上肢運動負荷—片側上肢エルゴメータを用いた体力測定および体力・握力との関係—、リハ医学 33: 24-32, 1996
(近藤)

・高齢者における転倒と固有感覚受容の評価 (島田)

3年間全体について

本研究より、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。

高齢者の転倒に影響す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, et al. 2011)。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, 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。

また、大規模コホートの総合的機能検査データベースにおける転倒と腰痛との関連性の検証からは、腰痛の有無は将来の転倒発生リスクを上昇させる要因である可能性が示唆された。2 回以上の転倒発生に関しては、腰痛を有する高齢者では腰痛を有さない高齢者と比較して、約 2 倍の発生率であった。過去の転倒歴は、将来の転倒再発生に対する非常に影響力の強い要因である

(Rubenstein, et al. 2002)。複数回の転倒が生じると重篤な機能障害につながることが想定され、その予測因子として腰痛の有無が関連していることが本研究で示され、将来の転倒予防の側面からも腰痛対策の重要性が示唆された。転倒および転倒による骨折の発生は高齢期の自立生活を阻害する要因となるため、自立生活の維持・向上のためには、腰痛の予防・制御は重要な対策のひとつとなり得るものと考えられた。

平成 28 年度について

高齢期における腰痛の有無は将来の転倒発生リスクを上昇させる要因である可能性が示唆された。また、2 回以上の転倒発生に関しては、腰痛を有する高齢者では腰痛を有さない高齢者と比較して、約 2 倍の発生率であった。過去の転倒歴は、将来の転倒再発生に対する非常に影響力の強い要因である (Rubenstein, et al. 2002)。複数回の転倒発生は重篤な機能障害につながる事が想定され、その予測因子として腰痛の有無が関連していることが本研究で示され、将来の転倒予防の側面からも腰痛対策の重要性が示唆された。

さらに、転倒による骨折の発生に対するベースラインでの腰痛の有無の影響を調べたところ、腰痛あり群における転倒による骨折発生の割合は、腰痛なし群よりも有意に高い発生率であった。高齢期における転倒による骨折の発生は、ADL 低下に直結する重篤な起点となるため、高齢期の自立生活の維持のためには、腰痛の予防・制御は重要な対策のひとつとなり得るものと考えられた。(島田)

・地域住民における転倒および下肢機能と固有感覚受容の評価 (長谷川)

3 年間全体について

膝 OA は病期の初期から疼痛・圧痛や関節水腫、膝伸展障害、歩行障害が出現することが判明した。諸家の報告と同じであった。膝関節症の病気が進行すると膝屈曲制限や下肢運動機能低下、立位不安定性と身体的 QOL 低下が出現した。しかし本研究では重度 OA でも精神的 QOL は低下しなかった。

両足立ち上がりテストはロコモ 25 と良く関連した。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。武藤らの提唱する健脚度テストでも十分評価は可能であると考えた。一般住民 (平均年齢 65 歳) の神経障害性疼痛 (NP) は 13%あり、NP 群では腰痛や下肢痛が強かった。NP は有意に脊椎アライメントに悪影響を及ぼしていた。QOL の低下には年齢、NP、胸椎後弯角が危険因子として同定された。これらの知見は新しい発見であった。

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。脊柱管狭窄症 (LSS) は 9.1%にも射止めた。LSS 群は有意に高齢で腰痛 VAS/菓子 VAS が高く、painDETECT (NP スクリーニング) 値が高かった。しかしサルコペニアは 27%に認めたが LSS とは関連しなかった。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(発表⑦)。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・四肢筋肉量はロコモの有用な指標となると考えた(発表⑨)。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。運動介入によって筋力増強はこれ

らの結果に影響があると考えた。

精密な股関節可動域計測を行った。105名の住民検診（全員女性）から、一般住民の股関節可動域の標準値が作成できた。股関節可動域は年齢による現象はなかったが左右差があった。体幹の伸展と屈曲は股関節150度、胸椎・腰椎50度であった。股関節の可動域の維持が腰痛予防に有用であることが判った。左右差が可動域に存在することは新たな発見であった。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)であり。この4つの因子は介入が可能であると考えた。今後は大規模な介入を考えている。年齢、性別、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣、運動習慣、OA、骨粗鬆症、DM、HT、HLの生命予後に対する影響をCox hazard modelを用いて多変量解析を行った。Hazard ratioはOA:1.972、DM:1.965、喫煙習慣:1.706、骨粗鬆症:1.614であった。今後は治療介入調査や死因別調査が必要であると考えられた。

平成28年度について

認知機能が運動機能と関連することが判明した。注意機能D-CAT1は(65歳未満)TUG、(65歳以上)運動機能と関連なし、D-CAT3は(65歳未満)運動機能と関連なし。(65歳以上)運動機能と関連なし、論理的記憶は(65歳未満)運動機能と関連なし、(65歳以上)運動機能と関連なし、文字流暢性は(65歳未満)両脚立ち上がり、(65歳以上)最大歩幅右、カテゴリー流暢性は(65歳未満)運動機能と関連なし、(65歳以上)最大歩幅右であった。さなる症例の解析が必要であり、現在5年間の解析を行っている。変形性関節症、転倒、腰痛症などの運動介入方法についての研究はDarlberg教授と共同研究を進める予定である。(長谷川)

・地域住民における腰痛と固有感覚受容の評価（都島）

3年間全体について

一般住民研究は各年度とも順調に実施することができ、予定通りのデータ収集が特に問題なく可能であった。

研究期間内を通して、腰痛あり群では、重心移動がわずかながらではあるものの、前方へ変位することが明らかになった。ロンベルグ率は閉眼時と開眼時の比を求めることで、視力による補正值を見ることで、検討している因子の影響を反映する。つまり、視力による影響で腰痛は補正されるものの、腰痛が重心移動、つまり体幹や下肢の固有感覚に関して、影響を与える因子であることを示している。また、全身や男女間の筋肉量の差がありながら、前方移動に差は見られなかった。これは大変興味深く、筋量の影響は重心の位置には影響しないものの、体幹動揺の速度に影響し、筋量が少なくなると、動揺速度が高まることが示唆される。今回の研究から、腰痛は重心を前方に移動させることにより、位置覚に影響を及ぼす因子であることがわかった。また、体のふらつきに、痛みは影響することはなく、従来から報告されてように筋肉量が影響することが示唆される。

日本整形外科学会からは「ロコモティブシンドローム」という運動器の障害による移動機能の低下した概念が提唱されているように、高齢者における運動器の機能を維持することは非常に重要性が近年トピックスになっている。ロコモ度、ロコチェックはその指標の一つであり、腰痛の予後予測因子になりうると予測した。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。

平成 28 年度について

上記の 3 年間での筋量・重心動揺の調査に加え、脊椎アライメントと呼吸の関連性について調査した。脊柱可撓性の低下に伴い、呼吸機能が低下することが示唆された。（都島）

固有感覚受容評価のための装置開発（森田）

（1-1）高齢者と若年者のバランス機能の比較 1

平成 26 年度の健常若年者のデータ(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(図 4~図 6)に基づいて考察する。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 30 Hz の場合、健常中年者群と腰痛群に有意傾向 ($p=0.093$)、さらに非腰痛群と腰痛群に有意差 ($p=0.050$) が見られた。これより、30Hz の振動刺激に対して、非腰痛群(健常中年者含む)に比べて腰痛群は下腿優位の姿勢バランスを示す結果となった。また、240 Hz の場合、健常若年者群と非腰痛群に有意差 ($p=0.033$)、健常中年者群と非腰痛群に有意差 ($p=0.045$)、さらに腰痛群と非腰痛群に有意差 ($p=0.008$) が見られた。これより、240 Hz の振動刺激に対して、加齢に伴い下腿優位の姿勢バランスを示すが、腰痛群はその傾向を示さない結果となった。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 30 Hz と 240 Hz はそれぞれマイスナー小体と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マイスナー小体と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。

（1-2）高齢者と若年者のバランス機能の比較 2

平成 26 年度と平成 27 年度の健常若年者のデータ(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(図 7~図 9)に基づいて考察する。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 240 Hz 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、240 Hz 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。(1-1)の結果と異なる結果となった原因の一つとして、本来同じ群に属すると考えられる平成26年度と平成27年度の被験者の間に何らかの差が現れたと考えられる。この詳細は現在精査中である。

(3) 臨床試験プロトコルの策定

開発したデバイスを用いて障害周波数を検知するためのプロトコルⅡを策定した。健常若年者による再現性の検証から、解析条件を明らかにした。解析条件のうち解析対象について、1回目下降パターンと2回目上昇パターンの組み合わせパターンを選定し、実験から2回目下降パターンを省略した。これにより、従来のプロトコルⅠに比べて、同等な結果を得るための測定時間が3分間短縮されたことによる被験者への負担軽減が図られた。なお、プロトコルⅠの測定時間は17分で、プロトコルⅡの測定時間は、1回目上昇パターンから2回目上昇パターンまでの14分である。

また、振動周波数が30 Hzから240 Hzの間で変化する60 sec間を2 sec毎に区分解析した固有受容加重比率 *RPW* の周波数特性を図14と図15に示す。図14は、被験者9名の *RPW* 平均値と標準偏差を、図15は被験者9名の中から無作為に抽出した3名の個別の *RPW* を示す。このように解析時間を2 secとすることで、障害周波数を1 Hz (30Hz 付近) ~16 Hz (240 Hz 付近) の分解能で検知することが可能となった。

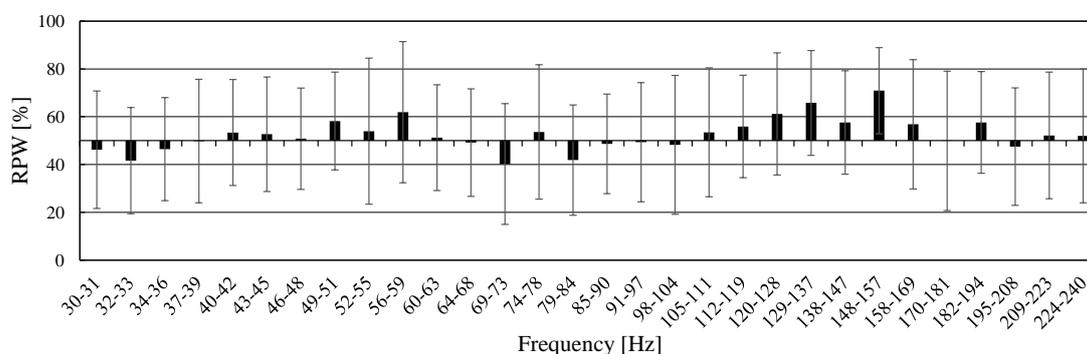


図14 被験者9名の固有受容加重比率 *RPW* の平均値と標準偏差 (解析時間: 2sec)

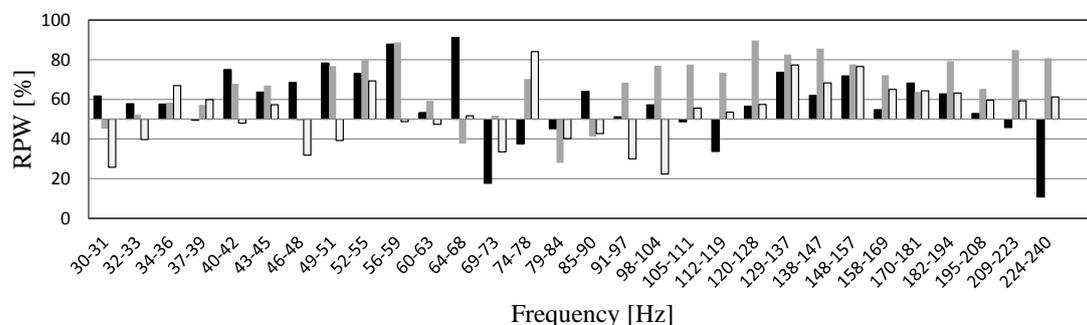


図15 被験者3名の固有受容加重比率 *RPW* (解析時間: 2sec)

(森田)

E. 健康危険情報

- ・報告すべき有害事象の発生は認めなかった。傷害保険へ加入し、全被検者における計測において、測定中、特に閉眼立位時においては2名の協力者による介助のもと施行した。(酒井)
- ・特になし。(近藤)
- ・報告すべき有害事象の発生は認めない。平成27年度に実施のダイナミック平衡機能測定に際しては、測定中の転倒発生に備えて、全被験者においてセーフティハーネスを装着した状態で計測した。(島田)
- ・特になし。(長谷川)
- ・研究期間内を通じて、該当事項なし。(都島)
- ・なし。(森田)

F. 研究発表(平成26、27、28年度)

1. 論文発表

原著論文

平成26年度

1. Use of alfacalcidol in osteoporotic patients with low muscle mass might increase muscle mass: An investigation using a patient database. Sadayuki Ito, Atsushi Harada, Takehiro Kasai, Yoshihito Sakai, Marie Takemura, Yasumoto Matsui, Tetsuro Hida, Naoki Ishiguro. *Geriatr Gerontol Int.* 14, Suppl 1:122-8, 2014.
2. Differentiation of Spinal Schwannomas and Myxopapillary Ependymomas: MR Imaging and Pathologic Features. Kei Ando, Shiro Imagama, Zenya Iro, Kenichi Hirano, Rouji Tauchi, Akio Muramoto, Hiroki Matsui, Tomohiro Matsumoto, Yoshihito Sakai, Yukihiko Matsuyama, Naoki Ishiguro. *J Spinal Disord Tech* 27:105-110, 2014.
3. Radiographic changes in patients with pseudarthrosis after posterior lumbar interbody arthrodesis using carbon interbody cages. Tokumi Kanemura, Akiyuki Matsumoto, Yoshimoto Ishikawa, Hidetoshi Yamaguchi, Kotaro Satake, Zenya Ito, Go Yoshida, Yoshihito Sakai, Shiro Imagama, Noriaki Kawakami. *J Bone J Surg Am* e82, 1-9, 2014.
4. Characteristics and surgical results of the distal type of cervical spondylotic amyotrophy. Tauchi R, Imagama S, Inoh H, Yukawa Y, Kanemura T, Sato K, Sakai Y, Kamiya M, Yoshihara H, Ito Z, Ando K, Muramoto A, Matsui H, Matsumoto T, Ukai J, Kobayashi K, Shinjo R, Nakashima H, Morozumi M, Ishiguro N. *J Neurosurg Spine* 21(3); 411-416, 2014.
5. The relationship between physical function and postural sway during local vibratory stimulation of middle-aged people in the standing position. T Ito, Y Sakai, A Kubo, K Yamazaki, Y Ohno, E Nakamura, N Sato, Y Morita. *J Phys Ther Sci* 26(9), 1627-1630, 2014.
6. 高齢者慢性腰痛症に対する薬物療法—プレガバリンとオピオイドの比較試験 酒井義人 原田 敦 伊藤定之 *臨床整形外科* 49(11)p1071-1079,2014

7. 伊藤忠, 酒井義人, 久保晃, 山崎一徳, 大野泰生, 中村英士, 佐藤徳孝, 森田良文. 転倒歴の有る腰部脊椎疾患後期高齢者への筋紡錘に対する局所振動刺激による固有受容加重比率. *理学療法科学* 29(4) : 633-638, 2014.
8. Uemura K, Shimada H, Makizako H, Doi T, Tsutsumimoto K, Yoshida D, Anan Y, Ito T, Lee S, Park H, Suzuki T. Effects of mild and global cognitive impairment on the prevalence of fear of falling in community-dwelling older adults. *Maturitas*, 78(1):62-66, 2014.
9. Tsutsumimoto K, Doi T, Shimada H, Makizako H, Uemura K, Ando H, Suzuki T. Self-reported Exhaustion is Associated with Small Life-Space in Older Adults with Mild Cognitive Impairment. *The Journal of Physical Therapy Science*, 26(12): 1979–1983, 2014.
10. Kojima N, Kim H, Saito K, Yoshida H, Yoshida Y, Hirano H, Obuchi S, Shimada H, Suzuki T. Association of knee-extension strength with instrumental activities of daily living in community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int*, 14(3): 674-680, 2014.
11. Yoshida D, Shimada H, Park H, Anan Y, Ito T, Harada A, Suzuki T. Development of an equation for estimating appendicular skeletal muscle mass in Japanese older adults using bioelectrical impedance analysis. *Geriatr Gerontol Int*, 14: 851-857, 2014.
12. Kim H, Suzuki T, Kim M, Kojima N, Yoshida Y, Hirano H, Saito K, Iwasa H, Shimada H, Hosoi E, Yoshida H. Incidence and Predictors of Sarcopenia Onset in Community-Dwelling Elderly Japanese Women: 4-Year Follow-Up Study. *J Am Med Dir Assoc*, 16(1): 85.e1-85.e8, 2015.
13. Yukiharu Hasegawa, Toshiki Iwase, Shinji Kitamura, Jin Yamaguchi: Eccentric rotational acetabular osteotomy for hip dysplasia and osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:1975-82.
14. Yukiharu Hasegawa, Takahumi Amano: Surgical skills training for primary total hip arthroplasty. *Nagoya J Med Sci* 77 : 1-7, 2015.
15. Yukiharu Hasegawa. Surgical Techniques for Eccentric Rotational Acetabular osteotomy. *Supplumentum* 2015.
16. Ikeuchi K, Hasegawa Y, Warashina H, Seki T. Intraoperative migration of the trial femoral head into the pelvis during total hip arthroplasty –Report of two cases-. *Nagoya J Med* 76 : 129-136, 2014.
17. Ryoji Tauchi, Shiro Imagama, Akio Muramoto, Masaki Tsuboi, Yukiharu Hasegawa, Influence of spinal imbalance on knee osteoarthritis in community-living elderly adults *European Spine J* 2014.
18. Imagama S, Hasegawa Y, Wakao N, Hirano K, Muramoto A, Ishiguro N. Impact of spinal alignment and back muscle strength on shoulder range of motion in middle-aged and elderly people in a prospective cohort study. *European Spine J*. 2014. 23(7):1414-9.
19. Hirano K, Imagama S, Hasegawa Y, Ito Z, Muramoto A, Ishiguro N. Impact of low back pain, knee pain, and timed up-and-go test on quality of life in community-living people. *J Orthop Sci*. 2014. 19(1):164-71.
20. Muramoto A, Imagama S, Ito Z, Hirano K, Tauchi R, Ishiguro N, Hasegawa Y. Waist circumference is associated with locomotive syndrome in elderly females. *J Orthop Sci*. 2014. 19(4):612-9.

21. Amano T, Hasegawa Y, Seki T, Takegami Y, Ishiguro N. Gender difference does not affect the outcomes of the eccentric rotational acetabular osteotomy. *Hip Int* 2014 Dec 5;24(6):631-637. doi: 10.5301/hipint.5000158. Epub 2014 Aug 2.
22. Kazuma Ikeuchi, Yukiahru Hasegawa, Taisuke Seki, Yasuhiko Takegami, Takafumi Amano, Naoki Ishiguro: Epidemiology of nontraumatic osteonecrosis of the femoral head in Japan. *Mod Rheumatol*. 2014 Jul 18:1-4. [Epub ahead of print]
23. Hatta T, Hatta T, Hasegawa Y, Iwahara A, Ito E, Hatta J, Nagahara N, Fujiwara K, Hotta C, Hamajima N. Developmental changes of prefrontal cortex and cerebro-cerebellar functioning in older adults: Evidence from stabilimeter and cognitive test. *Aging Sci* 2014.2-2 <http://dx.doi.org/10.4172/2329-8847/1000121> an open access journal
24. Morita Y, Otsuru T, Munakata Y, Kato Y, Hasegawa Y. Preoperative planning for Eccentric rotational acetabular osteotomy. *Journal of. Japanese Joint Disease* 33(4), 427-435, 2014.

平成 27 年度

1. 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*. 25 Supple 1:S107-113, 2015.
2. 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.
3. 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.
4. Proteomic analysis of ligamentum flavum from patients with lumbar spinal stenosis. M Kamita, T Mori, Y Sakai, S Ito, M Gomi, Y Miyamoto, A Harada, S Niida, T Yamada, K Watanabe, M Ono. *Proteomics* 2015 15(9), 1622-1630, 2015.
5. 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* 2(1), 17-21, 2015.
6. 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(7): 2247-2251, 2015
7. 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.

8. 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(6): p1019-1023,2015.
9. 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 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. *理学療法科学*30(4):533-537,2015.
10. 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—高野映子, 渡辺豊明, 寺西利生, 澤俊二, 金田嘉清, 近藤和泉. *日本転倒予防学会誌*, Vol. 1, p21-28, 2015.
11. 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
12. Urakawa H, Hasegawa Y, Tsukushi S, Ishiguro N, Nishida Y. *Current sports Medicine Reports* 09/2015, 14(5):386-388.
- 13.

平成 28 年度

1. Sarcopenia and sarcopenic leg as potential risk factors for acute osteoporotic vertebral fracture among older women. T Hida, H Shimokata, Y Sakai, S Ito, Y Matsui, M Takemura, T Kasai, N Ishiguro, A Harada. *Eur Spine J* 25(11),3424-3431,2016.
2. 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.
3. Posterior Surgery for Adolescent Idiopathic Scoliosis with Pedicle Screws and Ultra-high Molecular Weight Polyethylene Tape: Achieving the Ideal Thoracic Kyphosis. Imagama S, Ito Z, Wakao N, Ando K, Hirano K, Tauchi R, Muramoto A, Matsui H, Matsumoto T, Ishiguro N, Sakai Y, Katayama Y, Matsuyama Y. *Clin Spine Surg.* 29(8), E376-383, 2016.
4. Clinical outcome of lumbar spinal stenosis based on new classification according to hypertrophied ligamentum flavum. Sakai Y, Ito S, Hida T, Ito K, Harada A, Watanabe K. *J Orthop Sci.* 22(1), 27-33, 2017.
5. Collar Fixation Is Not Mandatory After Cervical Laminoplasty: A Randomized Controlled Trial. Hida T, Sakai Y, Ito K, Ito S, Imagama S, Ishiguro N, Harada A. *Spine* 42(5):E253-E259,2017.
6. Low back pain in patients with lumbar spinal stenosis. -Hemodynamic and electrophysiological study of the lumbar multifidus muscles - Yoshihito Sakai, Sadayuki Ito, Tetsuro Hida, Kenyu Ito, Hiroyuki Koshimizu, Atsushi Harada. *Spine Surg Relat Res* 1(2):82-89, 1017.
7. 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 酒井義人 原田 敦 伊藤定之 飛田哲朗 伊藤研悠 渡辺 研 *J Spine Res* 7: p1028-1033, 2016

8. 慢性腰痛を有する高齢者への固有感覚に対する局所振動刺激時の姿勢動揺 伊藤忠 久 保晃 酒井義人 山崎一徳 山田彩加 五十嵐和真 佐藤徳孝 森田良文 理学療法科 31(4): p527-533, 2016
9. 慢性腰痛症におけるサルコペニア 酒井義人 原田 敦 伊藤定之 飛田哲朗 伊藤研 悠 J Spine Res 7: p1019-1023, 2016
10. 入院高齢患者における下腿最大周径による四肢筋量の簡易推定式. 伊藤忠, 酒井義人, 森田良文、及川 真人、後藤 和也、二宮 秀樹、伊藤 裕一、横山 清子. 理学療法科学 31(4) : 511-515,2016.
10. 脊椎固定術後のアクネ菌感染症 伊藤定之 酒井義人 原田 敦 東海脊椎脊髄研究会誌 8(4):934-937, 2017.
11. Nakakubo S, Doi T, Shimada H, Ono R, Hyuma H, Tsutsumimoto K, Hotta R, Suzuki T. The Association Between Excessive Daytime Sleepiness and Gait Parameters in Community-Dwelling Older Adults: Cross-Sectional Findings From the Obu Study of Health Promotion for the Elderly. J Aging Health, in press.
12. Kojima G, Iliffe S, Taniguchi Y, Shimada H, Rakugi H, Walters K. Prevalence of frailty in Japan: A systematic review and meta-analysis. J Epidemiol, in press.
13. Makizako H, Shimada H, Doi T, Tsutsumimoto K, Nakakubo S, Hotta R, Suzuki T. Predictive cutoff values of the Five-Times-Sit-to-Stand and Timed Up and Go Tests for disability incidence among community-dwelling older people. Phys Ther, in press.
14. Makizako H, Shimada H, Doi T, Tsutsumimoto K, Lee S, Lee S, Harada K, Hotta R, Nakakubo S, Bae S, Harada K, Yoshida D, Uemura K, Anan Y, Park H, Suzuki T. Age-dependent changes in physical performance and body composition in community-dwelling Japanese older adults: cross-sectional results from the NCGG-SGS database. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2017, in press.
15. Makizako H, Shimada H, Doi T, Tsutsumimoto K, Yoshida D, Suzuki T. Effects of a community disability prevention program for frail older adults at 48-month follow up. Geriatr Gerontol Int. 2017, in press.
16. 土井剛彦, 牧迫飛雄馬, 堤本広大, 中窪翔, 鈴木隆雄, 島田裕之. 高齢者における体幹加速度から得られる歩行指標と転倒との関連性—大規模データによる検討—. 日本理学療法学雑誌,43(2):75-81. 2016.
17. 島田裕之, 牧迫飛雄馬, 土井剛彦, 堤本広大, 中窪翔. 軽度認知障害を有する高齢者の転倒の実態. 日本基礎理学療法学雑誌, 19(2): 48-54, 2016.
18. Higuchi Y, Hasegawa Y, Ishiguro N. Leg lengthening of more than 5 cm is a risk factor for sciatic nerve injury after total hip arthroplasty for adult hip dislocation. Nagoya J Med Sci. 2015 Aug;77(3):455-63.
19. Hayashi Kazuhiro, Kako Masato, Suzuki Kentaro, Hattori Keiko, Fukuyasu Saori, Sato Koji, Kadona

- Izumi, Sakai Tadahiro, Yukiharu Hasegawa, Nishida Yoshihiro: Gait speed associated with anxiety responses to pain in osteoarthritic patients. *Pain Medicine* 17(3), 606-613, 2016. <http://dx.doi.org/10.1111/pme.12897>
20. Komatsu D, Hasegawa Y, Kojima T, Seki T, Higuchi Y, Ishiguro N. Absence of a relationship between joint space narrowing and osteophyte formation in early knee osteoarthritis among Japanese community-dwelling elderly individuals: A cross-sectional study. *Mod Rheumatol.* 2016 Oct 14:1-8.
 21. Takegami Y, Seki T, Kaneuji A, Nakao A, Hasegawa Y, Ishiguro N. Validity of a tablet computer version of the Japanese Orthopaedic Association hip disease evaluation questionnaire: a pilot study. *Nagoya J Med Sci.* 2016 Aug; 78(3):237-44.
 22. Okura T, Hasegawa Y, Morita D, Osawa Y, Ishiguro N. What factors predict the failure of curved intertrochanteric varus osteotomy for the osteonecrosis of the femoral head? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016 Aug 29. [Epub ahead of print]
 23. Higuchi Y, Hasegawa Y, Komatsu D, Seki T, Ishiguro N. Survivorship Between 2 Different Ceramic-on-Ceramic Total Hip Arthroplasty With or Without a Metal-Backed Titanium Sleeve Bearing: A 5- to 14-Year Follow-Up Study. *J Arthroplasty.* 2016 Jun 23. pii: S0883-5403(16)30279-0. doi: 10.1016/j.arth.2016.06.014. [Epub ahead of print]
 24. Komatsu D, Ikeuchi K, Kojima T, Takegami Y, Amano T, Tsuboi M, Ishiguro N, Hasegawa Y. Laterality of radiographic osteoarthritis of the knee. *Laterality.* 2016 Jun 27:1-14. [Epub ahead of print]
 25. Amano T, Hasegawa Y, Seki T, Takegami Y, Murotani K, Ishiguro N. Preoperative prognosis score is a useful tool regarding eccentric rotational acetabular osteotomy in patients with acetabular dysplasia. *J Orthop Sci.* 2016 May;21(3):348-53. doi: 10.1016/j.jos.2016.02.010. Epub 2016 Mar 21.
 26. Amano T, Hasegawa Y, Kawasaki M, Yamaguchi J, Seki T, Ishiguro N. Surgical education of eccentric rotational acetabular osteotomy for hip trainees. *Hip Int.* 2016 Mar-Apr;26(2):180-5. doi: 10.5301/hipint.5000314. Epub 2016 Feb 23.
 27. Muramoto A, Imagama S, Ito Z, Hirano K, Ishiguro N, Hasegawa Y. Spinal sagittal balance substantially influences locomotive syndrome and physical performance in community-living middle-aged and elderly women. *J Orthop Sci.* 2016 Mar;21(2):216-21.
 28. Komatsu D, Hasegawa Y, Kojima T, Seki T, Ikeuchi K, Takegami Y, Amano T, Higuchi Y, Kasai T, Ishiguro N. Validity of radiographic assessment of the knee joint space using automatic image analysis. *Mod Rheumatol.* 2016 ;26(5):761-6.

総説・著書

平成 26 年度

1. 高齢者におけるリハビリテーションの阻害因子とそれに対する一般的対応 3. 骨粗鬆症. 酒井義人 老年医学 52(11) p1375-1378, 2014.
2. 高齢者のフレイル（虚弱）とリハビリテーション 骨量・筋量減少と虚弱 酒井義人 Monthly

Book MEDICAL REHABILITATION Vol.170,p33-39, 2014.

3. 腰痛とサルコペニア. 酒井義人. Lunar News 05 2014

平成 27 年度

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.

平成 28 年度

1. 高齢者の腰痛症におけるサルコペニア 酒井義人 PAIN RESEARCH 32: p13-18, 2017
2. 高齢者におけるリハビリテーションの意義. 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. 4.運動器疾患 2)脊柱管狭窄症. 酒井義人 Geriatric Medicine Vol. 55(2), p211-215, 2017
3. 高齢者におけるサルコペニアと筋力トレーニング 酒井義人 Locomotive Pain Frontier Vol.5. No.2 2016. p48-50
4. 腰を診る サルコペニアを中心に. 酒井義人 NIKKEI MEDICAL 2016 年 12 月特別編集版 p33-36
5. 腰痛予防の運動療法ー高齢者に対する私の方法ー (特集:腰痛予防と運動指導ーセルフマネジメントのすすめー) 酒井義人 Monthly Book MEDICAL REHABILITATION Vol.198, p44-49, 2016
6. 医師が処方を決めるまで 腰痛. 酒井義人 NIKKEI Drug Information p22-25, 2016.9.

2. 学会発表

平成 26 年度

1. 酒井義人 原田敦 伊藤定之 伊藤研悠 飛田哲朗. 腰痛とサルコペニア (主題). 第 40 回 日本脊椎脊髄病学会. 2014.4.17-19. 京都
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対する固定術と除圧術における腰痛改善. 第 40 回 日本脊椎脊髄病学会. 2014.4.17-19. 京都
3. 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腰痛に対する Lipo PGE1 製剤の効果と動脈硬化の関与. 第 40 回 日本脊椎脊髄病学会. 2014.4.17-19. 京都
4. 酒井義人 原田敦 伊藤定之. 高齢者慢性腰痛症に対するランダム化試験によるプレガバリンとオピオイドの比較. 第 87 回日本整形外科学会学術集会 2014.5.24. 神戸
5. 酒井義人 原田敦 竹村真理枝. 腰椎手術後の筋萎縮と腰痛. 第 51 回日本リハビリテーション

- 医学会 2014.6.5. 名古屋
6. 酒井義人 原田敦 伊藤定之. 骨格筋量と腰痛—四肢および体幹筋の腰痛に与える影響— (優秀演題候補) 第 56 回日本老年医学会 2014.6.12. 福岡
 7. 酒井義人 原田敦. 腰部脊柱管狭窄症におけるカルシトニン製剤の効果—ランダム化試験における血流増加と骨量減少の影響の評価—第 16 回日本骨粗鬆症学会 2014.10.25 東京
 8. 酒井義人. 腰痛における体幹筋量および筋活動の及ぼす影響 (シンポジウム) 第 22 回日本腰痛学会 2014.11.15. 幕張
 9. 酒井義人. 高齢者慢性腰痛症に対するアセトアミノフェンの効果. 第 22 回日本腰痛学会 2014.11.15. 幕張
 10. 酒井義人. 腰部脊柱管狭窄症におけるサルコペニアの影響 (主題). 第 22 回日本腰痛学会 2014.11.15. 幕張
 11. 原田敦 松井康素 酒井義人 竹村真理枝 伊藤定之. 大腿骨頸部骨折対側に対する手術的補強法の開発. 第 56 回日本老年医学会 2014.6.12. 福岡
 12. 伊藤定之 原田敦 松井康素 竹村真理枝 酒井義人. サルコペニアに対するラロキシフェンの効果検討. 第 56 回日本老年医学会 2014.6.12. 福岡
 13. 原田敦 松井康素 酒井義人 竹村真理枝 笠井健広 伊藤定之 萩野浩. 大腿骨頸部骨折対側の補強法開発-対側骨折予防のために-. 第 87 回日本整形外科学会学術集会 2014.5.22. 神戸
 14. 伊藤定之 酒井義人 原田敦 松井康素 竹村真理枝 笠井健広 石黒直樹. 頸髄症患者における頸部痛と僧帽筋の関係-僧帽筋における運動誘発筋電図(MEP)を用いた検討- 第 87 回日本整形外科学会学術集会 2014.5.25. 神戸
 15. 伊藤研悠 酒井義人 今釜史郎 伊藤全哉 安藤圭 飛田哲朗 伊藤定之 石黒直樹 原田敦. 頸髄症における四肢筋量の影響-Sarcopenia の観点から- 第 87 回日本整形外科学会学術集会 2014.5.25. 神戸
 16. 伊藤定之 渡辺研 森大気 新井恵吏 金井弥栄 原田敦 新飯田俊平 酒井義人 腰部脊柱管狭窄症における黄色靭帯のゲノムワイド DNA メチル解析の新しい病型分類への応用. 第 29 回日本整形外科学会基礎学術集会 2014.10.9. 鹿児島
 17. 原田敦 松井康素 酒井義人 竹村真理枝 塚崎晃士 伊藤定之. サルコペニアの現状. 第 29 回日本整形外科学会基礎学術集会 2014.10.10. 鹿児島
 18. 伊藤定之 酒井義人 原田敦. 頸椎椎弓形成術後の頸部痛における頸部後方筋群の萎縮. 第 40 回 日本脊椎脊髄病学会. 2014.4.17-19. 京都
 19. 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, Int. Conf. on Artificial Life and Robotics (ICAROB2015), pp.47-51 (2015.1)
 20. 土井剛彦, 島田裕之, 牧迫飛雄馬, 朴眩泰, 吉田大輔, 堤本広大, 上村一貴, 阿南祐也, 鈴木隆

雄. 軽度認知機能障害と運動機能低下は相互作用により転倒との関連性が強くなるのか?—歩行解析と認知機能評価による検討— 第49回日本理学療法学会, 横浜, 2014年5月30日.

21. 上村一貴, 東口大樹, 高橋秀平, 島田裕之, 内山靖. 軽度認知障害高齢者では注意負荷を伴うステップ反応動作において予測的姿勢調節の時間および潜在的エラーが増加する. 第49回日本理学療法学会, 横浜, 2014年5月30日.
22. 坪井真幸, 長谷川幸治, 関泰輔, 池内一磨, 竹上靖彦, 天野貴文: 一般住民における変形性膝関節症の病気と身体所見・身体機能・QOLの関係 1-Po-422, 日整会誌 88 (2) 2014
23. 村本明生, 今釜史郎, 土肥徳秀, 濱田恭, 平野健一, 飛田哲朗, 石黒直樹, 長谷川幸治: ロコモ新テストの有用性と問題点の検証 (1-Po453, 日整会誌 88 (2) 2014.
24. 今釜史郎, 長谷川幸治, 村本明生, 飛田哲朗, 石黒直樹: 一般住民における神経障害性疼痛、脊柱アライメントと QOL の関係。 1-11-9 日整会誌 88 (2) 2014.
25. 飛田哲朗, 今釜史郎, 村本明生, 濱田恭, 中島基成, 石黒直樹, 長谷川幸治: 一般住民の骨粗鬆症患者におけるサルコペニアの実態と QOL への影響の検討 1-1Po-113 日整会誌 88 (2) 2014.
26. 今釜史郎, 長谷川幸治, 村本明生, 飛田哲朗, 石黒直樹: 一般住民における腰部脊柱管狭窄症とサルコペニアとの関連 1-Po-192 日整会誌 88 (2) 2014.
27. 長谷川幸治, 坪井真幸, 今釜史郎, 濱田恭, 天野貴文, 竹上靖彦: 一般住民における股関節可動域と脊椎可動域の相関についての研究 3-12-7 日整会誌 88 (2) 2014.
28. 飛田哲朗, 今釜史郎, 村本明生, 濱田恭, 中島基成, 石黒直樹, 長谷川幸治: 一般住民におけるサルコペニア肥満と運動機能への影響 3-Po-19 日整会誌 88 (2) 2014.
29. 池内一磨, 長谷川幸治, 関泰輔, 今釜史郎, 飛田哲朗, 竹上靖彦, 天野貴文: サルコペニアでは正常と比べて有意に重心が前方へ変位する 3-Po20-7 日整会誌 88 (2) 2014.
30. 村本明生, 今釜史郎, 濱田恭, 飛田哲朗, 石黒直樹, 長谷川幸治: ロコモおよび運動機能検査都関連の強い筋量パラメーター。4-7-1, 日整会誌 88 (2) 2014.
31. 村本明生, 今釜史郎, 伊藤全哉, 平野健一, 田内亮史, 石黒直樹, 長谷川幸治: 運動機能検査のロコモカットオフ値 (4-7-2, 日整会誌 88 (2) 2014.
- 32.

平成 27 年度

1. 酒井義人. 脊椎変性疾患におけるサルコペニアの関与—痛みの改善と ADL 向上を目指して— 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. 都島幹人 今釜史郎 加藤文彦 湯川泰紹 佐藤公治 安藤智洋 酒井義人 金村徳相 若尾典充 伊藤全哉 石黒直樹. びまん性特発性骨増殖症(DISH)における脊椎損傷-2 大好発部位である、頸椎と胸腰椎移行部の損傷高位での特徴- 第 88 回日本整形外科学会学術集会 2015.5.24. 神戸
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 年 8 月
22. 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)
23. 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)
24. 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：一般住民において 1 年後の腰痛の改善は予測できるか。日本整形外科学会雑誌 89 (2) :S119, 2015.
25. 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.
26. 今釜史郎、長谷川幸治、飛田哲朗、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.
27. 飛田哲朗、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.
28. 今釜史郎、長谷川幸治、飛田哲朗、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.
29. 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
30. 今釜史郎、長谷川幸治、飛田哲朗、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.
31. 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.

32. 村本明生、今釜史郎、飛田哲朗、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.
33. 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、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.

平成 28 年度

1. 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
2. 酒井義人 原田敦 伊藤定之 伊藤研悠 飛田哲朗. 非特異的腰痛における体幹筋の重要性—電気生理学的および臨床的評価—(シンポジウム) 第 45 回日本脊椎脊髄病学会 2016.4.14. 幕張
3. 酒井義人 原田敦 伊藤定之 飛田哲朗 伊藤研悠. 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 89 回日本整形外科学会学術集会 2016.5.14. 横浜
4. 酒井義人 脊椎疾患とロコモティブシンドローム (シンポジウム) 第 58 回日本老年医学会 2016.6.8. 金沢
5. 酒井義人 原田敦 伊藤定之. サルコペニアと姿勢異常—加齢による骨格筋減少は脊柱矢状面アライメントに影響を及ぼすか—第 58 回日本老年医学会 2016.6.9. 金沢
6. 酒井義人 竹村真理枝 原田敦. 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 53 回日本リハビリテーション医学会 2016.6.10. 京都
7. 酒井義人 高齢者の腰痛症におけるサルコペニア (シンポジウム) 第 38 回日本疼痛学会 2016.6.25. 札幌
8. 酒井義人 慢性腰痛症とサルコペニア (シンポジウム) 第 29 回日本臨床整形外科学会学術集会 2016.7.17. 札幌
9. 酒井義人 高齢者慢性腰痛に対する病態を考慮した薬物療法. 第 29 回日本臨床整形外科学会学術集会 2016.7.17. 札幌
10. 酒井義人 竹村真里枝 原田敦. 骨粗鬆症性椎体骨折保存治療における骨粗鬆症治療とサルコペニアの重要性. 第 18 回日本骨粗鬆症学会 2016.10.6. 仙台
11. 酒井義人 原田敦. 高齢者脊柱矢状面アライメントにおける骨粗鬆症とサルコペニアの影響. 第 18 回日本骨粗鬆症学会 2016.10.6. 仙台
12. 酒井義人 高齢者の脊椎変性疾患における疼痛とサルコペニア 第 9 回日本運動器疼痛学会 2016.11.27. 東京
13. 飯田浩貴、酒井義人、伊藤定之、松井康素、竹村真里枝、飛田哲朗、伊藤研悠、原田敦. 骨粗鬆症性椎体骨折保存治療におけるサルコペニアと骨粗鬆症治療の重要性. 第 89 回日本整形

- 外科学会学術総会 2016.5.12. 横浜
14. 飯田浩貴、渡邊剛、酒井義人、竹村真里枝、松井康素、原田敦. 骨粗鬆症性椎体骨折患者における転倒リスクの検討. 第3回転倒予防学会 2016.10.1. 名古屋
 15. 安藤圭 今釜史郎 神谷光広 若尾典充 加藤文彦 片山良仁 酒井義人 佐藤公治 松井寛樹 西田佳弘 石黒直樹 原発性脊椎悪性腫瘍に対する治療成績. 第89回日本整形外科学会学術総会 2016.5.12. 横浜
 16. 伊藤定之 酒井義人 原田敦 サルコペニアを伴う頸髄症患者の脊柱アライメント. 第89回日本整形外科学会学術総会 2016.5.12. 横浜
 17. 伊藤研悠 酒井義人 今釜史郎 伊藤全哉 安藤圭 飛田哲朗 伊藤定之 西田佳弘 石黒直樹 脊椎疾患（頸髄症、腰部脊柱管狭窄症）とサルコペニア. 第89回日本整形外科学会学術総会 2016.5.14. 横浜
 18. 原田敦 松井康素 酒井義人 竹村真理枝 サルコペニアの評価法. 第89回日本整形外科学会学術総会 2016.5.15. 横浜
 19. 伊藤定之 酒井義人 原田敦 サルコペニアと脊柱アライメントが頸椎椎弓形成術術後成績に及ぼす影響. 第45回日本脊椎脊髄病学会 2016.4.15. 幕張
 20. 小林和克 今釜史郎 佐藤公治 加藤文彦 金村徳相 吉原永武 酒井義人 新城龍一 大澤良充 伊藤全哉 安藤圭 石黒直樹. 90歳以上の超高齢者脊椎手術における周術期合併症の検討-NSG他施設研究- 第45回日本脊椎脊髄病学会 2016.4.15. 幕張
 21. 安藤圭 今釜史郎 神谷光広 若尾典充 加藤文彦 佐藤公治 酒井義人 伊藤全哉 小林和克 飛田哲朗 伊藤研悠 都島幹人 石川喜資 松本明之 石黒直樹. 原発性脊椎腫瘍の治療成績. 第45回日本脊椎脊髄病学会 2016.4.15. 幕張
 22. 小清水宏行 飯田浩貴 渡辺剛 酒井義人 竹村真理枝 松井康素 原田敦. 非転位型大腿骨頸部骨折術後に様々な合併症を呈した重度骨粗鬆症患者の1例. 第62回東海整形外科外傷研究会学術集会 2017.3.25. 名古屋
 23. 伊藤忠, 酒井義人, 山崎一徳, 久保晃, 腰部脊椎症の高齢者における腰背筋断面積と転倒歴との関連. 第51回日本理学療法学術大会 2016年5月 札幌
 24. 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 講演論文集 2A2-02b3(1)-(2) (2016.6)
 25. 五十嵐知真 山田彩加 森田良文 伊藤忠 酒井義人 山崎一徳 固有感覚受容器の検査デバイスの開発と検査プロトコルの信頼性検証 2016 高速信号処理応用技術学会研究会講演論文集 pp.24-29 (2016.8)
 26. 中窪翔, 島田裕之, 牧迫飛雄馬, 李相侖, 土井剛彦, 李成喆, 堤本広大, 原田和弘, 堀田亮, 鈴木隆雄. 地域在住高齢者における身体的フレイルおよび骨密度低下と IADL の関連. 第58回日本老年医学会学術集会, 金沢, 2016年6月8日.
 27. 牧野圭太郎, 島田裕之, 牧迫飛雄馬, 土井剛彦, 堤本広大, 堀田亮, 中窪翔, 鈴木隆雄. 地域在

住高齢者における転倒恐怖感と歩行指標との関連：転倒経験による比較. 第 58 回日本老年医学会学術集会, 金沢, 2016 年 6 月 8 日.

28. 長谷川幸治：地域住民における運動器疾患の長期縦断的研究と運動向上プログラムの開発。教育講演。中部日本整形外科災害外科学会 2016 年 4 月 10 日

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