

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：30128

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K01517

研究課題名(和文)腰痛予防・改善を目的とした体幹後傾運動が腰部血流動態変化に及ぼす影響

研究課題名(英文) Changes in the circulation and flexibility of the lumbar back muscle after standing trunk extension exercise prevent and improve low back pain.

研究代表者

隈元 庸夫 (Kumamoto, Tsuneo)

北海道千歳リハビリテーション大学・健康科学部・教授

研究者番号：50708526

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：腰痛予防と改善を目的とした立位から体幹後傾位となる体幹伸展運動が及ぼす影響を筋生理学的に証明した。具体的には近赤外線分光法を用いて腰背筋の血流動態変化を検証した。また超音波エラストグラフィを用いた筋弾性率測定にて腰背筋の柔軟性変化を検証した。体幹伸展運動によって、腰背筋の血流動態と柔軟性が改善し、特に疲労性腰痛では筋の柔軟性が改善することが示された。これらの結果は、国際学会で報告、国際雑誌に掲載された。また腰痛対策を特集した国営放送であるNHKのTV教育番組において引用文献として紹介されるなどの研究成果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

画像から診断できるヘルニアや脊柱管狭窄症といった特異的腰痛とは異なり、原因が不明な非特異的腰痛、いわゆる腰痛は腰痛の中でも最も多いとされ、それらは不良姿勢や腰部に負担となる動作、それらの姿勢や動作を繰り返すことによる筋疲労から生じるものが多い。筋疲労性腰痛の腰背筋の循環と柔軟性改善に体幹伸展運動が有益となることが筋生理学的に示すことができたとともに、体幹伸展運動の適応として、腰痛の中でも特に筋疲労を有する非特異的腰痛が適応となることも示せた。また、それらの研究結果が国際雑誌などの専門書に掲載されただけでなく、広く国民に伝わる国営放送で引用されるような研究成果となったことは社会的意義も高い。

研究成果の概要(英文)：Standing trunk extension exercise to prevent and improve low back pain was demonstrated musculo-physiologically. Specifically, changes in blood flow dynamics of the lumbar back muscle were measured using near-infrared spectroscopy. Furthermore, we measured changes in the lumbar back muscle flexibility by measuring the muscle viscosity using ultrasonic elastography. Standing trunk extension exercise improves the hemodynamics and flexibility of the lumbar back muscle, especially for low back pain caused by muscle fatigue. These results were reported at international conferences and published in international journals. In addition, we obtained research results such as being introduced as a citation in an NHK TV program featuring measures against low back pain.

研究分野：リハビリテーション 運動器障害 理学療法

キーワード：腰痛 運動療法 筋弾性率 血流動態 疲労性腰痛 筋粘弾性 非特異的腰痛

1. 研究開始当初の背景

厚生労働省が報告した国民生活基礎調査によると腰痛の有訴者率が高く、腰痛対策は重大な社会問題となっている。また、厚生労働省は 2013 年に介護現場など「職場における腰痛予防対策指針」を 19 年ぶりに改訂し、介助する際は原則として人力による抱え上げは行わせないことと明記、人力のみにより取り扱う物の重量の上限も提言している。この背景として介護施設等における腰痛がこの 10 年で 2.7 倍に増加していることが挙げられる。業務上疾病の約 6 割が災害性腰痛との報告もあり、医療・介護施設等における職員の腰痛が問題となっている。特に介護現場においては体幹前傾姿勢が 1 日の 3 割を占めることから、腰痛発症には姿勢の影響が大きいと考えられる。超高齢社会となった今日ではいわゆる「老々介護」の視点からも介護時の姿勢性の腰痛は問題視され、その対策は喫緊の課題である。

腰痛の約 85% が非特異的腰痛ともいわれ、その多くは姿勢性の腰痛に起因する筋・筋膜性腰痛とされる。研究代表者らは、この筋・筋膜性腰痛に着目し「腰痛に対する理学療法実践の筋電図学的根拠となる立位・座位時の屈曲弛緩現象の研究」(隈元庸夫: 平成 25~26 年度科学研究費補助金研究活動スタート支援(課題番号 25882026)) において、体幹前傾時の腰部への影響を表面筋電計 (TeleMyo 2400, Noraxon; EMG) にて筋電図学的に検討した。その結果、体幹前傾が増すほど腰部の筋活動量は増大するが、最大前傾位では屈曲弛緩現象として筋活動量が減少することが明らかとなった (隈元: 2014, 2015)(**図 1**)。さらに体幹前傾保持での腰部の筋硬度を筋硬度計 (TDM-N1(DX), NEUTONE, TRY-ALL) にて検討した結果、体幹前傾が増すほど筋硬度が増大することを報告した (隈元: 2015)(**図 2**)。筋硬度の上昇は腰部の血流障害を招き、その筋阻血が筋・筋膜性腰痛症の一要因であるとされる (紺野: 2014, 斎藤: 2012)。これらのことから体幹前傾位での腰部筋活動量と筋硬度の増大が姿勢保持による阻血性の腰痛を引き起こす可能性が示唆された。近年、前傾位が続くことによる姿勢性と筋疲労性の筋筋膜性腰痛に対しては立位での体幹後傾運動を推奨する報告がみられる (松平: 2015)。これは古くからの McKenzie exercise と同様な椎間板髄核の移動による (Matsudaira: 2015) と説明されているが、腰部の阻血に対する体幹後傾運動が腰部の血流動態変化に関与しているとも考えられる。そのため、我々は体幹直立位 (upright) から体幹前傾保持させ、再び upright に戻った姿勢 (re-upright) を保持する運動 (前傾-直立運動) と upright の姿勢から体幹を後傾位保持させ、再び upright に戻った姿勢 (re-upright) を保持する運動 (後傾-直立運動) を行かせた際の腰背部の筋活動と近赤外線組織酸素モニタ装置 (Pocket NIRS Duo, DynaSense; NIRS) を用いての血流動態変化を検討した。その結果、前傾-直立運動時の体幹前傾角度の増加に伴う筋活動量の増加と酸素化ヘモグロビン (Oxy-Hb) の減少、脱酸素化ヘモグロビン (deOxy-Hb) の増加を認め、re-upright での筋活動量は upright とほぼ同値となり、総ヘモグロビン (total-Hb) の増加を認めた。また後傾-直立運動時の体幹後傾角度の増加に伴う筋活動量の減少と Oxy-Hb、deOxy-Hb、total-Hb の増加、re-upright で筋活動量、Oxy-Hb、deOxy-Hb、total-Hb の upright レベルへの回復を認めた (Kumamoto: 2016)(**図 3**)。つまり、体幹を前傾位で保持することにより、腰背筋部では阻血性の血流動態変化を生じるが、その状態から体幹を後傾位にすることで充血作用による循環改善が期待できることが示された。

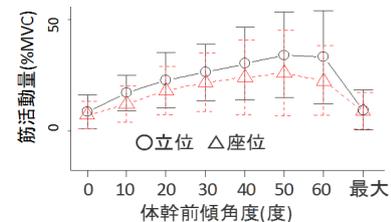


図 1. 体幹前傾保持での腰部筋活動量¹⁾

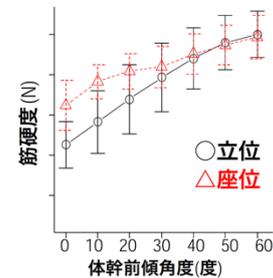


図 2. 体幹前傾保持での腰部筋硬度²⁾

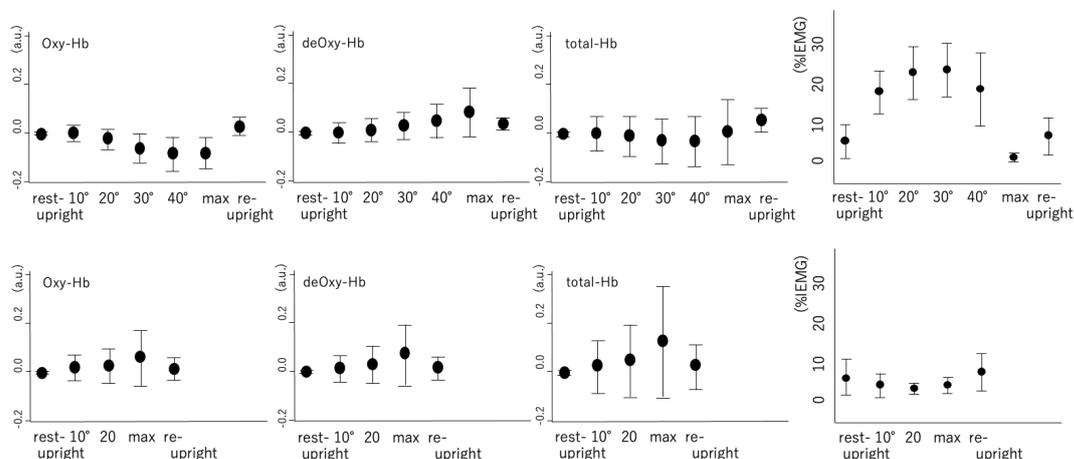


図 3. 体幹前傾保持 (上段) と体幹後傾保持(下段) での血流動態変化 (左 3 つ) と筋活動量 (右)³⁾

2. 研究の目的

上記の背景およびこれまでの研究成果をもとに、健常者と介護職員を対象として、NIRS、EMG、そして皮膚表面からではなく生体内での組織硬度を筋弾性として検討することが普及し始めた次世代超音波画像診断装置（Aixplorer, SuperSonic Imagine; エラストグラフィ）による超音波せん断波超音速イメージング技術を用いて、立位から体幹後傾位となる体幹伸展運動（図 4）が腰部に及ぼす影響を、血流動態変化の視点から検証することで、社会問題である老々介護などによる姿勢性と疲労性の腰痛を予防、改善する筋生理学的根拠を確立することが本研究の目的である。

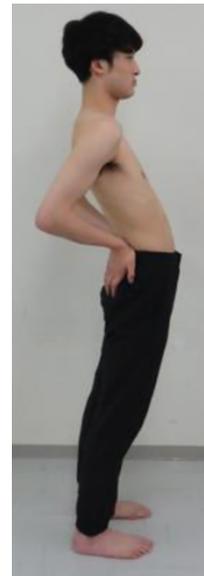


図 4.立位から体幹後傾位となる体幹伸展運動⁴⁾

3. 研究の方法

(1) 本研究で用いる測定手法の再現性の検証

NIRS と EMG は既に先行研究で用いて報告済みであるが、エラストグラフィでの測定は未検証であったため、健常者 11 名を対象にエラストグラフィによる腰部多裂筋部の筋弾性率測定の再現性の検討を実施した。測定肢位は体幹脊柱変形などの影響も検討するために腹臥位、体幹屈曲位腹臥位、体幹伸展位腹臥位の 3 条件（図 5）として、測定部位の深さによる違いも検討するために表層部と深層部の多裂筋部（図 6）を測定し、それぞれの測定値の再現性を求めた。

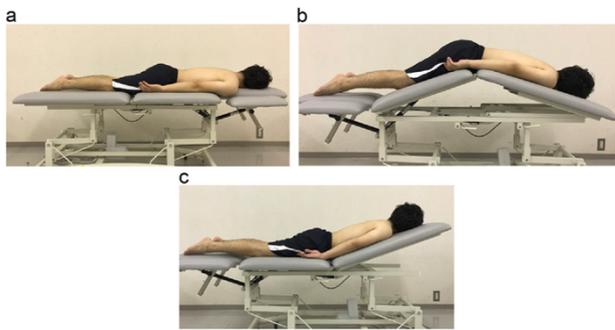


図 5.腹臥位、体幹屈曲位腹臥位、体幹伸展位腹臥位の測定肢位⁵⁾

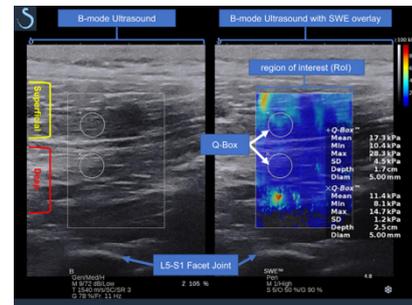


図 6.エラストグラフィによる多裂筋部の筋弾性率測定部位⁵⁾

(2) 体幹伸展運動の実施回数の検討

健常者 16 名を対象に立位から 4 秒で体幹後傾、体幹後傾位を 10 秒保持、4 秒で立位に戻り、立位を 10 秒保持する体幹伸展運動を 5 セット行わせ、Oxy-Hb、deOxy-Hb、total-Hb を NIRS で、筋活動量を表面筋電計で計測することで、反復セット数の違いが腰部多裂筋部の血流動態変化に及ぼす影響を検討した（図 7）。

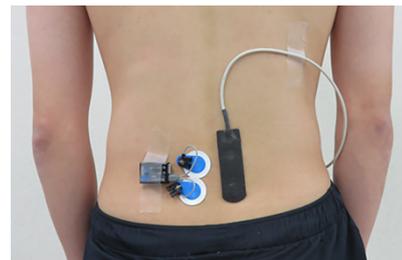


図 7.NIRS (右) と筋電計電極 (左) の貼付部位⁴⁾

(3) 疲労後での体幹伸展運動の有用性の検討

疲労性腰痛に対する効果の検証として、健常者 33 名を対象に腰背筋への筋持久性の疲労負荷を課し（図 8）、疲労後での立位から体幹後傾する体幹伸展運動の有用性をエラストグラフィによる腰部多裂筋部の筋弾性率測定（図 9）から検討した。

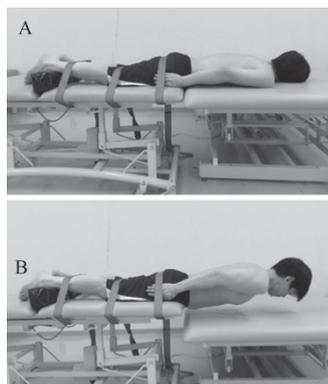


図 8.腰背筋への筋持久性の疲労負荷⁶⁾
(A: 開始姿勢、B: 60 秒間体幹伸展し続ける)

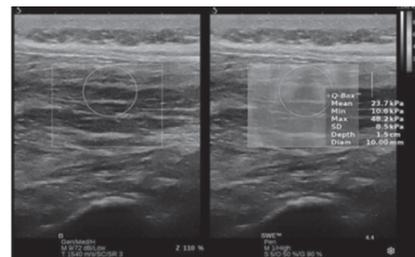


図 9.エラストグラフィによる腰部多裂筋部の筋弾性率測定⁶⁾

(4) 非特異的腰痛での体幹伸展運動の有用性について

ここまで得られた結果をもとに椎間板ヘルニア、脊管狭窄症、腰椎すべり症など画像診断で特定できる特異的腰痛を除いた非特異的腰痛、いわゆる腰痛を有するものを対象に立位からの体幹伸展運動による多裂筋部の血流動態変化と筋弾性率の変化を検討した。

4. 研究成果

エラストグラフィ測定の実施セット数については立位から体幹後傾する体幹伸展運動の2セット目終了の段階で Oxy Hb の増大が確認され、その後、5セット目終了まで維持されていたことから血流動態の変化は2セット目終了で既にみられることがわかった。つまり最低でも2セット、立位から体幹後傾位となる体幹伸展運動を実施すれば血流動態の変化が期待できることがわかった。一方、筋活動量について、体幹後傾位での筋活動量は低値であるが、4セット目終了時の立位相である立位保持の際に統計学的有意差はないものの筋活動量が高くなっていったことから、反復セット数を増やせば良いというわけではなく、4セット目以降は対象者の自覚症状の確認も重要であることが考えられた⁴⁾。

腰背筋への筋持久性の疲労負荷後での立位から体幹後傾する体幹伸展運動の有用性については、エラストグラフィによる腰部多裂筋部の筋弾性率測定の結果、筋疲労後では筋弾性率が高まっていたが、体幹伸展運動を実施すると有意に筋弾性率の低下、つまり柔軟性の改善がみられることがわかった。また、統計学的には3セット目終了時点で有意に改善していた⁶⁾。

非特異的腰痛、いわゆる腰痛を有する介護職員などを対象に立位からの体幹伸展運動による多裂筋部の血流動態と筋弾性率の変化を検討した結果、血流動態は変化を認めなかったが、筋弾性率は、これまでと同様に低下、つまり多裂筋部の柔軟性の改善を認めた。しかし、対象による個人差が大きく、特に NIRS の結果にバラつきがみられた。よって、いわゆる腰痛でも腰部の病態には個人特性があり、体幹伸展運動の適応には長時間の同姿勢保持などにより、筋が持続的に収縮していることで血流動態不全と筋弾性率が高まっている筋疲労性腰痛が適応となる可能性が示唆された。

これらの結果については、いずれも、国内のリハビリテーション、理学療法、運動器、疼痛関連の国内学会で報告、理学療法に特化した唯一の国際学会である世界理学療法学会でも報告し、査読あり国際雑誌にいずれの結果も掲載された。

また、本研究で得られた体幹伸展運動によって腰部の血流動態と筋粘弾性、つまり腰部の柔軟性が改善されることについては、国営放送である NHK 教育テレビジョンの「きょうの健康 さよなら腰痛『動いて治す腰痛体操』」(2022年3月2日放送)において、腰痛対策の体幹伸展運動による効果の根拠となる引用文献として紹介された。これは国民健康に寄与する研究としてインパクトがあったものと思われる。

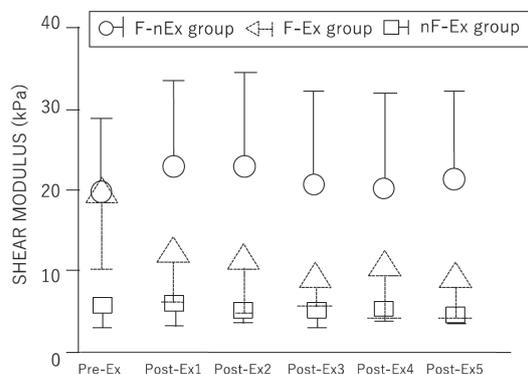


図 10. 多裂筋部の筋弾性率⁶⁾

- (○): F-nEx group ; 筋疲労後、体幹伸展運動なし群
 - (△): F-Ex group ; 筋疲労後、体幹伸展運動実施群
 - (□): nF-Ex group ; 筋疲労なし、体幹伸展運動実施群)
- (Pre-Ex: 体幹伸展運動前、
Post-Ex1~5: 体幹伸展運動1~5セット目後)

<引用文献>

- 1) 隈元庸夫, 他: 立位と座位での前傾角度の違いが静的な屈曲弛緩現象へ及ぼす影響. 理学療法科学 30(2), 279-283, 2015.
- 2) 隈元庸夫, 他: 座位と立位における多段階前傾姿勢保持時の筋硬度の違い. 理学療法科学 30(2), 219-224, 2015.
- 3) Tsuneo Kumamoto, et al: Effects of movement from a postural maintenance position on lumbar hemodynamic changes. Journal of Physical Therapy Science 28(6), 1932-1935, 2016.
- 4) Tsuneo Kumamoto, et al: Change in the circulation and activity of the lower erector spinae muscles after repeated trunk extension movement. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation 32(6), 931-936, 2019.
- 5) Ryo Matsuda, Tsuneo Kumamoto, et al: Reproducibility of elastic modulus measurement of the multifidus using the shear wave elastography function of an ultrasound diagnostic device. Journal of physical therapy science 31(8), 617-620, 2019.
- 6) Tsuneo Kumamoto, et al: Repeated standing back extension exercise: Influence on muscle shear modulus change after lumbodorsal muscle fatigue. Work (Reading, Mass.) 68(4), 1229-1237, 2021.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 隈元 庸夫	4. 巻 55
2. 論文標題 特集 Inner & Intrinsic Muscles-筋による関節の安定化,姿勢調整機能を探る 腰部多裂筋に対する評価とmotor control training	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 理学療法ジャーナル	6. 最初と最後の頁 647 ~ 653
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.1551202335	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 隈元 庸夫	4. 巻 38
2. 論文標題 【脊柱の外傷・障害に対する理学療法診断の進め方】脊柱の外傷・障害に対する理学療法診断の進め方	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 理学療法	6. 最初と最後の頁 397 ~ 406
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tsuneo Kumamoto, Toshiaki Seko, Ryo Matsuda, Sayo Miura	4. 巻 68(4)
2. 論文標題 Repeated Standing Back Extension Exercise: Influence on Muscle Shear Modulus Change after Lumbodorsal Muscle Fatigue.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Work (Reading, Mass.)	6. 最初と最後の頁 1229-1237
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/WOR-213452	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 隈元庸夫	4. 巻 36
2. 論文標題 エビデンスを参照した脊柱・体幹疾患に対する理学療法の考え方と進め方	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 理学療法	6. 最初と最後の頁 964-971
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsuda R, Kumamoto T, Seko T, Miura S, Hamamoto T	4. 巻 31
2. 論文標題 Reproducibility of elastic modulus measurement of the multifidus using the shear wave elastography function of an ultrasound diagnostic device.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of physical therapy science	6. 最初と最後の頁 617-620
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/jpts.31.617	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tsuneo KUMAMOTO, Ryou MATSUDA, Toshiaki SEKO, Sayo MIURA, Takayuki OKUMURA, Sinnosuke NITTA	4. 巻 32
2. 論文標題 Change in the circulation and activity of the lower erector spinae muscles after repeated trunk extension movement	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 931-936
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/BMR-181390.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 隈元庸夫, 松田涼, 世古俊明	4. 巻 35
2. 論文標題 理学療法における脊柱の構造と機能の理解 脊柱のバイオメカニクスの理解のポイント	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 理学療法	6. 最初と最後の頁 683-692
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 隈元庸夫	4. 巻 34
2. 論文標題 腰痛に対する理学療法の今 腰痛に対する理学療法の現状と課題	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 理学療法	6. 最初と最後の頁 772-778
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 7件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 隈元 庸夫
2. 発表標題 基調講演；姿勢・動作分析からの治療戦略
3. 学会等名 令和3年度空知理学療法学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 隈元 庸夫
2. 発表標題 特別公演：腰痛に対する理学療法の考え方：関節運動機能と運動制御の観点から
3. 学会等名 令和3年度十勝支部理学療法学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 隈元 庸夫
2. 発表標題 運動器疾患の臨床推論に必要な知識
3. 学会等名 第73回北海道理学療法士学会大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 千葉雅恵，隈元庸夫，木戸聡史
2. 発表標題 腰部ストレス負荷後の体幹伸展反復運動が腰背筋の筋活動及び循環動態に及ぼす影響
3. 学会等名 第7回日本運動器理学療法学会学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tsuneo KUMAMOTO, Ryo MATSUDA, Sayo MIURA, Toshiaki SEKO, Yui TAKAHASHI
2. 発表標題 Effects of trunk extension exercise on the shear modulus of multifidus muscle in a lumbar muscle fatigue model
3. 学会等名 World Confederation for Physical Therapy (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryo MATSUDA, Tsuneo KUMAMOTO, Toshiaki SEKO, Sayo MIURA, Tatsuya HAMAMOTO
2. 発表標題 Effects of trunk extension exercise on blood circulation dynamics in a lumbar muscle fatigue model for lumber pain
3. 学会等名 World Confederation for Physical Therapy (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 隈元庸夫, 松田涼, 三浦紗世, 田井将彦, 奥村崇幸, 世古俊明
2. 発表標題 体幹伸展運動が腰痛を想定した腰背筋疲労モデルにおける多裂筋shear modulusに及ぼす影響
3. 学会等名 第6回日本運動器理学療法学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 隈元庸夫, 松田涼, 三浦紗世, 奥村崇幸, 新田真之介, 世古俊明
2. 発表標題 立位体幹伸展運動が腰背筋疲労モデルにおける腰背筋shear modulusに及ぼす影響
3. 学会等名 第11回日本運動器疼痛学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 隈元庸夫
2. 発表標題 基調講演 姿勢制御と筋機能
3. 学会等名 第3回道北理学療法学会大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 隈元庸夫
2. 発表標題 ゼロからわかる動作分析はじめての一步（症例動作分析）
3. 学会等名 ヒューマンプレス セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松田涼、隈元庸夫、他
2. 発表標題 せん断波エラストグラフィー機能を用いた腰部多裂筋弾性率測定の実現性について
3. 学会等名 第69回北海道理学療法士学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 隈元庸夫
2. 発表標題 腰痛症に対する理学療法の現状と課題
3. 学会等名 理学療法実践科学研究会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 隈元庸夫
2. 発表標題 腰痛症の評価と治療展開
3. 学会等名 公益社団法人埼玉県理学療法士会研修会（招待講演）
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 隈元庸夫	4. 発行年 2020年
2. 出版社 メディカルビュー	5. 総ページ数 未定
3. 書名 運動器障害理学療法学 腰部脊椎疾患	

1. 著者名 隈元庸夫	4. 発行年 2017年
2. 出版社 ヒューマン・プレス	5. 総ページ数 243
3. 書名 症例動作分析	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------