

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K19823

研究課題名（和文）慢性足関節不安定症に対する股関節機能に焦点を当てたリハビリテーションの効果検証

研究課題名（英文）Effects of Hip Function-Focused Rehabilitation for Chronic Ankle Instability

研究代表者

越野 裕太（Koshino, Yuta）

北海道大学・保健科学研究所・助教

研究者番号：90748120

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は慢性足関節不安定症例に対する股関節機能に焦点を当てたリハビリテーションの効果を明らかにすることであった。本研究から慢性足関節不安定症例は、股関節周囲筋の筋力強化を中心とした運動療法によって主観的足関節不安定性、姿勢バランス機能が改善することが明らかとなり、足関節周囲筋力強化を中心とした運動療法と同等以上の効果を有する可能性が示唆された。また、この慢性足関節不安定症例の姿勢バランス機能を慣性センサーで評価することを試みたが、従来の視覚的な姿勢動揺数を数える評価で十分である可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

スポーツ競技で非常に多い足関節捻挫再発を予防するためには、慢性足関節不安定症を改善させるためのリハビリテーションの発展が必要である。本研究は、足関節ではなく股関節を中心とした運動療法が慢性足関節不安定症の症状および機能を改善させる可能性を示唆した。これは慢性足関節不安定症に対するリハビリテーションおよび足関節捻挫再発予防プログラムの発展において意義が高いものであると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The present study aimed to determine the effects of rehabilitation focusing on hip function in individuals with chronic ankle instability. This study found that exercise therapy focused on strengthening the hip muscles improved perceived ankle instability and postural balance in individuals with chronic ankle instability. These results suggest that hip-focused exercise therapy may be as effective or more effective than ankle-focused exercise therapy for individuals with chronic ankle instability. We also attempted to assess postural balance in the individuals with chronic ankle instability using inertial sensors, but the results suggested that conventional visual counting of postural sway may be sufficient for assessment.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：足関節捻挫 慢性足関節不安定症 足関節靭帯損傷 運動療法 バランストレーニング 姿勢バランス  
リハビリテーション

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

最も多いスポーツ外傷の一つである足関節外側捻挫を経験することにより、再発性捻挫や足関節不安定性をもたらす慢性足関節不安定症に進展する。研究者らはこれまで慢性足関節不安定症例が健常者とは異なる股関節運動機能を示すことを明らかにしてきた (Koshino et al., 2014, Koshino et al., 2016)。他の研究においても慢性足関節不安定症では股関節周囲の筋力低下や筋機能変化も存在することが示されたことから (McCann et al., 2017)、股関節機能の改善の必要性が認識されているものの、その効果は不明であった。過去の介入研究は股関節筋力強化トレーニング単独によって慢性足関節不安定症の姿勢バランスおよび主観的な足関節機能障害が改善したことを報告した (Smith et al., 2018)。しかしながら、この介入効果は他のリハビリテーションプログラムと比較されておらず、最も有効とされるバランストレーニングの効果との差異は明らかではなかった。そこで、慢性足関節不安定症の種々の機能障害に対する股関節筋力強化トレーニングの効果をも他の介入と比較し、調査する必要があるという着想に至った。

## 2. 研究の目的

(1) 研究①: 慢性足関節不安定症例に対する股関節筋力強化とバランストレーニングが主観的足関節不安定性および機能障害、姿勢バランスに与える影響を比較すること。

(2) 研究②: 慢性足関節不安定症例の静的・動的姿勢バランスに対する足関節あるいは股関節に対する筋力強化の効果をシステムティックレビューおよびメタ分析によって明らかにすること。

(3) 研究③: 慢性足関節不安定症例の静的姿勢バランスへの介入効果を検証する際に、最も使用されている Balance Error Scoring System は検査者の視覚的評価に依存し、天井および床効果といった限界があることから、慢性足関節不安定症例の静的姿勢バランス評価における慣性センサーの有用性を検討すること。

(4) 研究④: 慢性足関節不安定症例をバランストレーニングおよび股関節筋力強化の併用プログラムと、バランストレーニングおよび足関節筋力強化の併用プログラムが、主観的足関節不安定性および機能障害、姿勢バランスに対する効果を比較すること。

## 3. 研究の方法

(1) 研究①: 慢性足関節不安定症例 10 名を無作為にバランストレーニング群 (バランスディスクを使用した両脚および片脚立位バランストレーニング) および股関節筋力強化群 (股関節外転筋力および外旋筋力強化) に分類した。それぞれ 1 ヶ月間 (週 3 回) の介入を行い、足関節機能 (Foot and Ankle Ability Measure)、主観的足関節不安定性 (Cumberland Ankle Instability Tool)、静的姿勢バランス (Balance Error Scoring System)、動的姿勢バランス (Y Balance Test)、股関節外転・外旋筋力を介入前後で測定した。

(2) 研究②: 慢性足関節不安定症例における静的・動的姿勢バランスに対する保存療法の効果を明らかにする目的で、2022 年 3 月 20 日までの無作為化比較試験を 4 つのデータベースを用いて系統的に検索した。独立した 2 名によるスクリーニングの結果、足関節筋力強化に関する無作為化比較試験を 2 編、股関節筋力強化に関する無作為化比較試験 1 編を採用した。静的および動的バランスのそれぞれに関してランダム効果モデルのメタ分析を実施した。

(3) 研究③: 慢性足関節不安定症例 16 名、健常例 16 名を対象とし、仙骨および下腿に慣性センサー (SS-MS-HMA5G3, Sports Sensing Co., Ltd., Fukuoka, Japan) を貼付した。Balance Error Scoring System の 6 条件 (硬い床面・柔らかい床面のそれぞれにおいて、両脚立位・片脚立位・タンデム立位) の姿勢動揺を視覚的エラー回数と、慣性センサーから得た 3 軸合成加速度を、二元配置分散分析によって条件間と群間の比較をした。

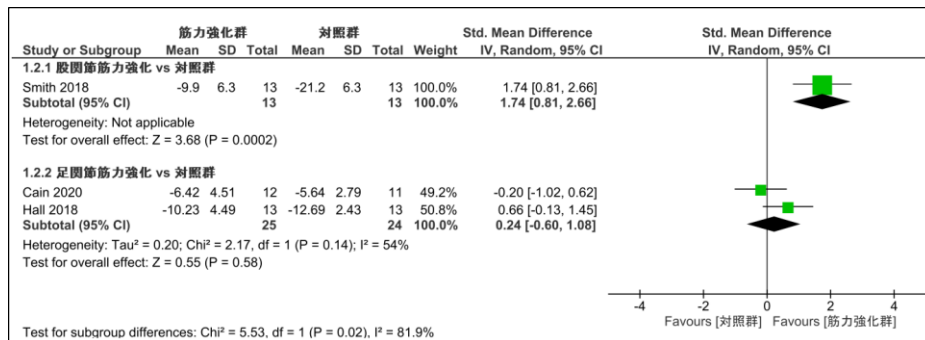
(4) 研究④: 慢性足関節不安定症例 7 名を無作為に股関節筋力強化 (股関節外転・外旋・伸展筋力強化) + バランストレーニング群および足関節筋力強化 (足関節底屈・背屈・外がえし・内がえし筋力強化) + バランストレーニング群に分類した。バランストレーニングは両群とも同一の漸進的な片脚立位バランスプログラムを実施した。それぞれ 4 週間 (週 3 回) の介入を行い、1 週ごとに難度を向上した。足関節機能 (Foot and Ankle Ability Measure)、主観的足関節不安定性 (Cumberland Ankle Instability Tool)、静的姿勢バランス (Balance Error Scoring System)、動的姿勢バランス (Y Balance Test)、股関節外転・外旋筋力を介入前後で測定した。

#### 4. 研究成果

(1) 研究①：股関節筋力強化群の股関節外転筋力，股関節外旋筋力，Y Balance Test（前方，後外方）は介入前に比し介入後で有意な向上を認めた（ $P < 0.05$ ）．バランストレーニング群の介入後では股関節外転筋力に有意な向上を認め，Balance Error Scoring System および Y Balance Test（後内方，後外方）は改善傾向であった（ $P < 0.1$ ）．すべてのアウトカムにおいて，有意な群間差を認めなかった．股関節筋力強化もしくはバランストレーニングによって股関節筋力およびバランス能力の部分的な改善を認めることが明らかとなったものの，両群間の介入効果には差を検出できなかった．また，患者立脚型の足関節機能や主観的足関節不安定性には有意な介入効果を認めなかったことから，介入プログラムの内容や強度，アウトカム測定方法の検討が必要であると考えられた．

(2) 研究②：足関節筋力強化の2編を統合した結果，静的バランス（標準化平均差：0.24，95%信頼区間：-0.60～1.08）および動的バランス（標準化平均差：0.25，95%信頼区間：-0.32～0.81）のどちらに対しても有意な効果を認めなかった（図1）．一方で，股関節筋力強化の効果に関して，静的バランス（標準化平均差：1.74，95%信頼区間：0.81～2.66）および動的バランス（標準化平均差：0.91，95%信頼区間：0.09～1.72）のどちらに対しても有意な大きな効果を認めた（図1）．したがって，慢性足関節不安定症に対する股関節筋力強化に関して，1つの無作為化比較試験による結果であるものの姿勢バランスの改善効果が大きく，有効である可能性が示唆された．

##### A) 静的バランス



##### B) 動的バランス

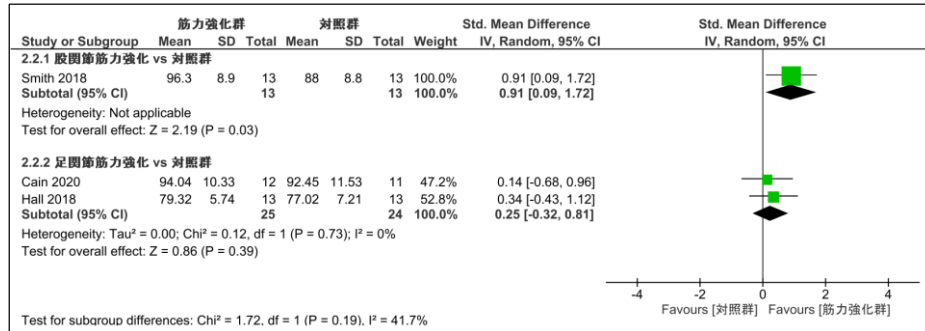


図1. 静的バランス (A) および動的バランス (B) に対する股関節筋力強化と足関節筋力強化の効果に関するメタ分析

(3) 研究③：視覚的エラー回数，仙骨加速度，下腿加速度のすべてにおいて，条件間の姿勢動揺の有意差を検出することができた（ $P < 0.001$ ，図2）．一方で，仙骨および下腿のどちらの加速度においても，慢性足関節不安定症群と健常群の間に有意差を認めなかった（ $P < 0.001$ ，図2）．視覚的エラー回数の柔らかい床面合計値のみにおいて，有意な群間差を認めた（ $P = 0.039$ ）．したがって，慣性センサーによる静的姿勢バランス評価は姿勢や床面条件による姿勢動揺の違いは検出できるものの，慢性足関節不安定症の影響は今回の方法では検出できなかった．

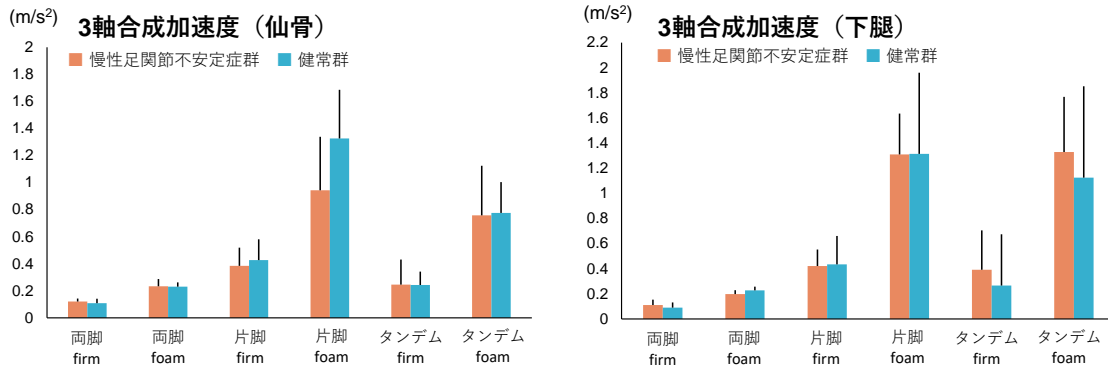


図2. 仙骨と下腿に設置した慣性センサーの3軸合成加速度. 横軸はバランス姿勢条件を示す. Firmは硬い床面, foamはバランスマットを用いた柔らかい床面条件を示す.

(4) 研究④: 主観的不安定性の Cumberland Ankle Instability Tool スコアに関して, 股関節筋力強化+バランストレーニング群のみ介入前に比し, 介入後で有意に改善した (介入前:  $21.0 \pm 2.6$ , 介入後:  $23.7 \pm 1.5$ ,  $P = 0.007$ ). 静的姿勢バランス指標である Balance Error Scoring System のトータルスコアに関して, 股関節筋力強化+バランストレーニング群 (介入前:  $16.7 \pm 3.5$ , 介入後:  $8.7 \pm 1.5$ ) および足関節筋力強化+バランストレーニング群 (介入前:  $17.3 \pm 3.3$ , 介入後:  $8.5 \pm 1.7$ ) の両方とも介入前に比し, 介入後で有意に改善した ( $P < 0.01$ ). しかし, すべてのアウトカムにおいて, 有意な群間差を認めなかった. 対象者数の増加は今後必要であるものの, 本研究より, 慢性足関節不安定症例に対する股関節に焦点を当てたトレーニング介入は主観的足関節不安定性および静的姿勢バランスを改善させたことから, 足関節に焦点を当てたトレーニングと同等以上の効果を有する可能性が示唆された.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Watanabe Kentaro, Koshino Yuta, Kawahara Daiki, Akimoto Moeko, Mishina Masumi, Nakagawa Kosumi, Ishida Tomoya, Kasahara Satoshi, Samukawa Mina, Tohyama Harukazu	4. 巻 61
2. 論文標題 Kinesiophobia, self-reported ankle function, and sex are associated with perceived ankle instability in college club sports athletes with chronic ankle instability	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Therapy in Sport	6. 最初と最後の頁 45 ~ 50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ptsp.2023.02.008	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 Koshino Yuta, Akimoto Moeko, Kawahara Daiki, Watanabe Kentaro, Ishida Tomoya, Samukawa Mina, Kasahara Satoshi, Tohyama Harukazu	4. 巻 22
2. 論文標題 Inertial Sensor-Based Assessment of Static Balance in Athletes with Chronic Ankle Instability	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Sports Science and Medicine	6. 最初と最後の頁 36 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.52082/jssm.2023.36	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 Koshino Yuta, Kobayashi Takumi	4. 巻 104
2. 論文標題 Effects of Conservative Interventions on Static and Dynamic Balance in Individuals With Chronic Ankle Instability: A Systematic Review and Meta-analysis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Archives of Physical Medicine and Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 673 ~ 685
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apmr.2022.10.014	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 Kawahara Daiki, Koshino Yuta, Watanabe Kentaro, Akimoto Moeko, Ishida Tomoya, Kasahara Satoshi, Samukawa Mina, Tohyama Harukazu	4. 巻 57
2. 論文標題 Lower limb kinematics during single leg landing in three directions in individuals with chronic ankle instability	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Therapy in Sport	6. 最初と最後の頁 71 ~ 77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ptsp.2022.07.011	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 Koshino Yuta, Taniguchi Shohei, Kobayashi Takumi, Samukawa Mina, Inoue Masayuki	4. 巻 46
2. 論文標題 Protocols of rehabilitation and return to sport, and clinical outcomes after medial patellofemoral ligament reconstruction with and without tibial tuberosity osteotomy: a systematic review	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Orthopaedics	6. 最初と最後の頁 2517 ~ 2528
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00264-022-05480-4	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 Watanabe Kentaro, Koshino Yuta, Ishida Tomoya, Samukawa Mina, Tohyama Harukazu	4. 巻 21
2. 論文標題 Energy dissipation during single-leg landing from three heights in individuals with and without chronic ankle instability	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sports Biomechanics	6. 最初と最後の頁 408 ~ 427
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/14763141.2021.2009549	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 Koshino Y, Samukawa M, Chida S, Okada S, Tanaka H, Watanabe K, Chijimatsu M, Yamanaka M, Tohyama H	4. 巻 19
2. 論文標題 Postural stability and muscle activation onset during double- to single-leg stance transition in flat-footed individuals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Sports Science and Medicine	6. 最初と最後の頁 662 ~ 669
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Koshino Yuta, Samukawa Mina, Murata Hiromu, Osuka Satoshi, Kasahara Satoshi, Yamanaka Masanori, Tohyama Harukazu	4. 巻 45
2. 論文標題 Prevalence and characteristics of chronic ankle instability and copers identified by the criteria for research and clinical practice in collegiate athletes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Therapy in Sport	6. 最初と最後の頁 23 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ptsp.2020.05.014	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 Osuka S, Ishida T, Yamanaka M, Chiba T, Miura T, Koshino Y, Saito Y, Nakata A, Samukawa M, Kasahara S, Tohyama H	4. 巻 -
2. 論文標題 Abdominal draw-in maneuver changes neuromuscular responses to sudden release from trunk loading in patients with non-specific chronic low back pain	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Orthopaedic Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jos.2019.10.007	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 越野裕太	4. 巻 31
2. 論文標題 足関節捻挫が関節機能に及ぼす影響と課題	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 スポーツメディスン	6. 最初と最後の頁 10~16
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15件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 越野裕太
2. 発表標題 足関節靭帯損傷に対するリハビリテーションのエビデンスと臨床応用
3. 学会等名 第9回日本スポーツ理学療法学会学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 越野裕太, 渡邊謙太郎, 石田知也, 寒川美奈, 遠山晴一
2. 発表標題 足関節靭帯損傷の再受傷予防のための動作評価
3. 学会等名 第33回日本臨床スポーツ医学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三品万純, 笠原敏史, 越野裕太, 渡邊謙太郎, 石田知也, 寒川美奈, 遠山晴一
2. 発表標題 慢性足関節不安定症例における底屈筋の筋出力調整能力について
3. 学会等名 第33回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 越野裕太, 小林匠
2. 発表標題 慢性足関節不安定症に対するバランストレーニングは最低何週間必要か? システマティックレビューおよびメタアナシス
3. 学会等名 第73回北海道理学療法士学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 越野裕太, 谷口翔平, 小林匠, 寒川美奈, 井上雅之
2. 発表標題 内側膝蓋大腿靭帯再建術後のリハビリテーションプログラムの調査: システマティックレビュー
3. 学会等名 第14回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡邊謙太郎, 越野裕太, 井野拓実, 石田知也, 笠原敏史, 寒川美奈, 遠山晴一
2. 発表標題 大学生アスリートにおける疼痛および運動恐怖感と主観的足関節不安定性の関連
3. 学会等名 第14回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 江沢侑也, 越野裕太, 山中正紀, 奥貫拓実, 寒川美奈, 丸山剛生, 遠山晴一
2. 発表標題 両脚着地動作における足部アライメント・足部柔軟性と下肢関節前額面・水平面運動の相関性の検討
3. 学会等名 第14回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 越野裕太, 小林匠, 三木貴弘
2. 発表標題 慢性足関節不安定症例における足部・足関節の静的アライメント異常 システマティックレビュー
3. 学会等名 第7回日本スポーツ理学療法学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡邊謙太郎, 越野裕太, 石田知也, 遠山晴一
2. 発表標題 落下高が慢性足関節不安定症症例の片脚着地バイオメカニクスに与える影響
3. 学会等名 第12回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会, 第46回日本整形外科スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川原大輝, 渡邊謙太郎, 越野裕太, 秋元萌子, 石田知也, 寒川美奈, 遠山晴一
2. 発表標題 慢性足関節不安定症症例の前方, 内側, 外側方向への片脚着地における下肢関節kinematicsの検討
3. 学会等名 第31回日本臨床スポーツ医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 越野裕太
2. 発表標題 慢性足関節不安定症例における片脚着地中の下肢関節キネマティクス・キネティクスと神経筋コントロール
3. 学会等名 第6回日本スポーツ理学療法学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 越野裕太，木田貴英，井上雅之
2. 発表標題 種々のテーピング方法による足関節内がえし制動効果の検討
3. 学会等名 第30回日本臨床スポーツ医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥貫拓実，越野裕太，山中正紀，熊井司，遠山晴一
2. 発表標題 立位時足部形態が走行時足部キネマティクスに与える影響：接地パターンによる差異の検討
3. 学会等名 第30回日本臨床スポーツ医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊 謙太郎，越野 裕太，千田 周也，石田 知也，寒川 美奈，山中 正紀，遠山 晴一
2. 発表標題 足関節底屈位における足部運動と足底圧中心外側偏位との相関性の検討
3. 学会等名 第137回北海道整形災害外科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊謙太郎, 越野裕太, 千田周也, 石田知也, 寒川美奈, 山中正紀, 遠山晴一
2. 発表標題 片脚ヒールレイズ動作における足底圧中心位置と後足部運動の関係
3. 学会等名 第21回日本体力医学会北海道地方会学術大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 越野裕太 (担当; 分担執筆)	4. 発行年 2023年
2. 出版社 メジカルビュー社	5. 総ページ数 464
3. 書名 根拠ある治療の選択肢が増える! 運動器障害の多角的アプローチ	

1. 著者名 越野裕太 (担当; 分担執筆)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 メジカルビュー社	5. 総ページ数 336
3. 書名 卒後5年までにマスターすべき運動器障害理学療法 下肢・腰部	

1. 著者名 越野裕太 (編集: 相澤純也、大路駿介)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 羊土社	5. 総ページ数 255
3. 書名 運動機能障害の理学療法	

1. 著者名 熊井 司、片寄 正樹、小林 匠、窪田 智史	4. 発行年 2021年
2. 出版社 メジカルビュー社	5. 総ページ数 672
3. 書名 軟部組織損傷・障害の病態とリハビリテーション	

〔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
---------	---------