

足底振動刺激が慢性足関節不安定症を有する女性アスリートの足関節位置覚および足底表在感覚に与える即時効果

The immediate effects of planter vibration stimuli for ankle joint position sense and plantar cutaneous sensation in female athletes with chronic ankle instability

若宮知輝*¹, 奥貫拓実*^{1,2,3}, 山口龍星*¹, 前道俊宏*^{3,6}
劉 紫劍*¹, 小川祐来*¹, 鮎川五朗*¹, 永元英明*^{1,4}
干場拓真*⁵, 熊井 司*⁶

キー・ワード : vibration, chronic ankle instability, athlete
振動刺激, 慢性足関節不安定症, アスリート

【要旨】 慢性足関節不安定症 (CAI) では、足関節の関節位置覚や足底表在感覚の低下といった固有受容感覚の低下が報告されている。これらの固有受容感覚の低下に対して、足底振動刺激の有効性が期待されているものの、その効果は不明な点が多い。そこで本研究では、健常アスリートおよび CAI を有するアスリートに対する、足底振動刺激が足関節関節位置覚および足底表在感覚に与える即時効果を明らかにすることを目的とした。対象は健常群 8 名, CAI 群 8 名とし、介入前後での関節位置覚および足底表在感覚を測定した。介入は足底振動刺激実施条件または安静条件とし、crossover 試験を行った。関節位置覚は底屈、内がえしの 2 方向を測定し、足底表在感覚は第 1 中足骨頭、第 5 中足骨底、踵部の 3 項目を測定した。関節位置覚、足底表在感覚ともに健常群と CAI 群の間に有意な差を認めなかった。また条件に関わらず両群とも介入前後において有意な変化を認めなかった。健常群と CAI 群に差を認めなかった要因の一つとして、CAI 群における FAAM スコアが高かったことが考えられる。また健常群と CAI 群ともに振動刺激後に関節位置覚と足底表在感覚に変化を認めなかった。振動刺激の周波数や振幅が、先行研究より小さかったことや、CAI 群の関節位置覚や足底表在感覚が健常群と同程度であったことが要因として考えられる。今後、介入条件や異なる対象への介入を検証する必要がある。

緒 言

慢性足関節不安定症 (Chronic ankle instability: CAI) とは、足関節捻挫を繰り返すことで足関節の不安定感や giving way などをも有している

状態であり^{1,2)}、男性と比較して女性の有病率が高いことが報告されている³⁾。CAI では足関節底屈と内がえし方向の関節位置覚の異常^{4,5)}や、足底皮膚機械受容器の閾値が高いことが報告されている⁶⁾。これらの固有受容機能などが低下することによって、バランス能力にも低下が見られる⁷⁾。バランス能力の低下は足関節捻挫の再受傷や、初回足関節捻挫の受傷から CAI にいたる危険因子の 1 つであり^{8,9)}、その改善は非常に重要である。

Whole body vibration (WBV) などに代表されるような、足底から振動刺激を与え、神経筋や固有受容器などを刺激するツールは、障害予防やリ

*1 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科

*2 日本学術振興会特別研究員

*3 東洋大学ライフイノベーション研究所客員研究員

*4 東北大学整形外科

*5 早稲田大学スポーツ科学研究センター

*6 早稲田大学スポーツ科学学術院

Corresponding author : 熊井 司 (kumakumat@waseda.jp)

表 1 基本情報

	健常群 (n=8)	CAI 群 (n=8)	P 値
身長 (cm)	160.1 ± 4.2	165.5 ± 8.3	0.139
体重 (kg)	53.6 ± 4.3	62.5 ± 10.8	0.141
年齢 (歳)	20.0 ± 0.9	19.5 ± 1.0	0.201
CAIT	28.5 ± 1.8	19.0 ± 4.0	<0.001
† FAAM-ADL (%)	99.0 ± 1.6	98.2 ± 2.6	0.282
† FAAM-Sports (%)	98.4 ± 4.4	95.3 ± 6.5	0.755

データは平均 ± 標準偏差を示す。

† FAAM-ADL と FAAM-Sports は CAI 群のみ n=6

ハビリテーションを目的として広く用いられている^{10,11)}。CAI を対象とした介入研究ではバランス能力の向上が多数報告されており^{12,13)}、CAI に対する治療の 1 つとして有効である可能性が示唆されている。さらに Chang らは CAI 症例において固有受容機能への効果として関節位置覚の向上を報告した¹⁴⁾。しかしこの先行研究では、振動刺激単一の効果ではなく、エクササイズとの併用での使用であり、振動刺激による介入効果は検討されていない。また足底感覚機能低下に対する効果を報告している研究は渉猟した限り認められず、足底振動刺激が固有受容機能に与える即時効果は不明である。

そこで本研究では、CAI の有病率が高い女性アスリートを対象とし、移動が可能な足底振動刺激装置を用い、健常アスリートおよび CAI を有するアスリートにおける足底振動刺激が関節位置覚と足底感覚に与える即時効果を検討することとした。

仮説は CAI を有するアスリートにおいて、関節位置覚および足底表在覚が改善する、とした。

対象および方法

被験者

対象は健常な女子大学生アスリート 8 名、CAI を有する女子大学生アスリート 8 名とした (表 1)。CAI の基準は下記の通りとした²⁾。1) 過去に 2 回以上の捻挫歴がある。2) 初回捻挫から 12 ヶ月以上が経過している。3) 初回捻挫に際し、炎症症状が生じた。4) 初回捻挫に際し、身体活動を少なくとも 1 日以上休止した。5) 最近の捻挫が 3 ヶ月以上前である。6) 過去に giving way を経験している¹⁵⁾。7) Cumberland ankle instability tool (CAIT) スコアで 25 点以下である¹⁶⁾。除外基準は下記の通

りとした。1) 対象下肢に手術歴がある。2) 現在疼痛を有している。健常大学生アスリートは CAIT スコアが 26 点以上であり、過去 3 か月以内に下肢外傷および障害を有していない者とした。また、両群共に Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) を回答してもらった¹⁷⁾。本研究は、ヘルシンキ宣言に基づき倫理委員会に承認され実施している (倫理番号: 2019-189)。被験者には十分な説明を行い、同意を得て実施した。

手順

実験は、介入前後で関節位置覚、足底表在感覚を測定した。介入は足底振動刺激、または安静とした。被験者は 2 回実験に参加し、介入有条件と非介入条件の両方を実施する crossover 試験とした¹⁸⁾。初回検査における介入の有無はランダムに実施し、1 回目と 2 回目の期間は 1 日以上空けた。

関節位置覚

関節位置覚の測定には、合成樹脂と木材を用いて作成した独自の装置を用いた (図 1)。測定項目は足関節底屈および内がえしとした。被験者は目隠しおよび耳栓をし、端坐位、股関節 90° 屈曲位、膝関節 90° 屈曲位で測定を行った。機材の中心線に踵部中央および第 2 中足骨を合わせ、足関節中間位を開始肢位とした。はじめに検者が target angle まで毎秒 3° で動かし、target angle にて 5 秒間静止し、被験者にその角度を覚えさせた⁴⁾。その後、検者が開始肢位まで戻し、被験者に target angle まで 3 回運動を行わせた (図 1)。Target angle は底屈、内がえしともに 15° とし、15° からのずれを絶対値にて算出した⁴⁾。また、測定に用いた機材の再現性を級内相関係数 (二元配置変量, 絶対一致) にて算出し、底屈 0.825 (95% 信頼区間 0.463-0.957)、内がえし 0.933 (95% 信頼区間 0.798-0.983) であった。



図1 関節位置覚
開始肢位は端坐位，足関節中間位。
底屈，内がえしの2項目を測定し，
目標角度15度との差を算出。

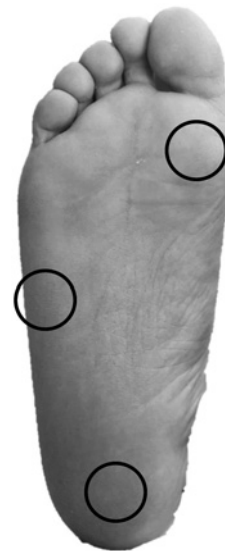


図3 足底表在感覚測定位置
足底表在感覚は
第一中足骨頭，
第五中足骨底，
踵部を測定した。



図2 足底表在感覚
測定肢位は伏臥位。第一中足骨頭，第五中足骨底，踵部の3項目を，モノフィラメントのサイズごとに，それぞれ3回ずつ測定。モノフィラメントが座屈するまで押し当て，一度も反応しなくなるまでサイズを小さくした。

足底表在感覚

足底表在感覚の測定にはセメスワインステインフィラメント（酒井医療）を用いた（図2）。測定部位は第1中足骨頭，第5中足骨底，踵部とし¹⁹⁾，モノフィラメントが座屈するまで押し当てた（図3）。モノフィラメントのサイズは20段階に分けられ，サイズごとに座屈するまでの力が異なるため，各サイズで3回ずつ実施し，1回でも検知できた最小のサイズを記録した。評価実施時に被験者はベッド上で腹臥位，膝伸展位になり，モノフィラメントを押し当てる瞬間を目視できないようにした。



図4 足底振動刺激装置
振動は振動周波数40Hz，振幅1.8mmとし，30秒間×4セット実施した。

足底振動刺激

足底振動刺激にはfrom foot（株式会社タカトリ）を用いた（図4）。被験者は端坐位，膝関節90°屈曲位，足関節中間位となり，上肢でサポートバーを握りやや体幹前傾位とした。振動は先行研究を参考に振動周波数40Hz，振幅1.8mmとし，30

表 2 健常群と CAI 群の介入前の比較

関節位置覚	健常群	CAI 群	P 値
底屈	2.40 ± 1.87	2.89 ± 1.82	0.61
内がえし	3.49 ± 2.79	2.30 ± 0.99	0.29

足底表在感覚	健常群	CAI 群	P 値
第 1 中足骨頭	3.61 (3.61-3.96)	3.61 (3.61-3.96)	0.959
第 5 中足骨底	3.61 (3.22-3.61)	3.61 (3.61-3.78)	0.878
踵部	4.01 (3.61-4.50)	3.96 (3.67-4.31)	0.195

関節位置覚の数値は平均 ± 標準偏差を示す。

足底表在感覚の数値は中央値（四分位範囲 25%-75%）を示す。

表 3 関節位置覚変化

	健常群							
	足底振動刺激			安静			P 値	
	介入前	介入後	変化量	介入前	介入後	変化量	主効果 (時間)	交互作用
底屈	2.20 ± 1.41	2.50 ± 1.60	0.30 ± 1.36	2.36 ± 1.78	2.33 ± 1.26	-0.04 ± 1.74	0.997	0.574
内がえし	3.74 ± 2.67	3.14 ± 1.73	-0.60 ± 2.98	2.54 ± 1.88	1.95 ± 1.04	-0.59 ± 2.06	0.059	1.000

	CAI 群							
	足底振動刺激			安静			P 値	
	介入前	介入後	変化量	介入前	介入後	変化量	主効果 (時間)	交互作用
底屈	2.11 ± 0.75	2.48 ± 1.34	0.36 ± 1.79	3.13 ± 2.03	2.61 ± 2.03	-0.51 ± 2.36	0.898	0.394
内がえし	1.98 ± 0.85	2.21 ± 1.95	0.23 ± 1.59	3.79 ± 1.59	3.50 ± 1.83	-0.29 ± 1.93	0.914	0.666

数値は平均 ± 標準偏差を示す。

秒間 × 4 セット実施した¹⁸⁾。非介入では端座位となり、5 分間安静にした。

統計解析

基本情報、CAIT スコア、FAAM は平均値および標準偏差を算出した。FAAM スコアは内容により、ADL subscale と Sports subscale に分類されるため、それぞれを提示した。また、FAAM スコアのみ CAI 症例において 2 名に回答漏れがあったため、6 名のデータとした。

健常群と CAI 群において、関節位置覚と足底表在感覚の 1 日目の実験実施時の値を、対応のない t 検定またはマンホイットニーの U 検定を用いて比較した。関節位置覚は健常群、CAI 群それぞれで、介入前後および介入の有無の 2 要因による二元配置分散分析を行った。足底表在感覚は順序尺度のため、健常群および CAI 群それぞれの介入前後の数値を、ウィルコクソンの順位和検定を用いて比較した¹⁹⁾。全ての統計処理には IBM SPSS sta-

tistics 28 (IBM, USA) を用い、有意水準は 5% とした。

結果

関節位置覚、足底表在感覚ともに、健常群と CAI 群の間に有意な差は認められなかった (表 2)。検出力は関節位置覚において 0.46~0.71、足底表在感覚において 0.30~0.96 であった。

CAI 群において、関節位置覚(底屈・内がえし)に交互作用および、介入前後の主効果を認めなかった。検出力は 0.24~0.73 であった。足底表在感覚でも、全ての項目で有意な変化を認めなかった。検出力は 0.12~0.28 であった。

健常群においても、関節位置覚(底屈、内がえし)に有意な交互作用および主効果を認めなかった。検出力は 0.14~0.38 であった。足底表在感覚でも、全ての項目で有意な変化を認めなかった (表 3, 4)。検出力は 0.05~0.27 であった。

表 4 足底表在感覚変化

	健常群							
	足底振動刺激				安静			
	介入前	介入後	変化量	P 値	介入前	介入後	変化量	P 値
第 1 中足骨頭	3.61 (3.32-4.02)	3.61 (3.61-3.61)	-0.10 ± 0.32	0.400	3.61 (3.32-3.61)	3.61 (3.61-3.61)	0.07 ± 0.13	0.180
第 5 中足骨底	3.61 (3.61-3.78)	3.61 (3.32-3.96)	0.03 ± 0.32	0.715	3.61 (3.22-3.61)	3.61 (3.61-3.61)	0.08 ± 0.14	0.180
踵部	3.96 (3.61-4.25)	3.84 (3.61-4.08)	-0.46 ± 1.35	0.362	3.73 (3.61-4.09)	3.61 (3.61-3.78)	-0.51 ± 1.25	0.109

	CAI 群							
	足底振動刺激				安静			
	介入前	介入後	変化量	P 値	介入前	介入後	変化量	P 値
第 1 中足骨頭	3.61 (2.73-3.61)	3.61 (3.61-3.84)	0.14 ± 0.57	0.345	3.61 (3.61-3.61)	3.61 (3.61-3.61)	-0.03 ± 0.08	0.317
第 5 中足骨底	3.61 (3.61-3.78)	3.61 (3.32-4.02)	0.13 ± 0.60	0.686	3.61 (3.61-3.78)	3.61 (3.61-3.61)	-0.01 ± 0.27	0.713
踵部	4.31 (3.67-4.31)	3.84 (3.67-4.28)	0.63 ± 1.24	0.144	3.61 (3.61-3.84)	3.84 (3.61-4.15)	0.33 ± 0.47	0.102

数値は中央値（四分位範囲 25%-75%）

変化量のみ、介入前—介入後の差の平均 ± 標準偏差を示す

考 察

本研究の目的は、健常アスリートおよび CAI を有するアスリートに対して、足底からの振動刺激が、即時的に関節位置覚と足底表在感覚に与える効果を明らかにすることである。本研究における、健常アスリートおよび CAI 症例の間で、関節位置覚および足底表在感覚に変化を認めず、足底振動刺激（振動周波数：40Hz、振幅：1.8mm、計 2 分間）による、即時的な関節位置覚と足底表在感覚の変化を認めなかった。

一般的に CAI では関節位置覚と足底表在感覚はともに低下すると報告されている⁴⁻⁶⁾。しかし、本研究では、関節位置覚と足底表在感覚共に、健常群と CAI 群の間に有意な差を認めなかった。結果が異なった要因の一つに、本研究の CAI 群における FAAM スコアの ADL subscale の平均が 98%、Sport subscale の平均が 95% と International Ankle Consortium が推奨しているスコアよりも高いことが挙げられる²⁾。CAI 症例は、FAAM スコアの ADL subscale が高いと足底感覚（第 1 中足骨頭）の閾値が低いことが報告されていることから¹⁹⁾、健常者と比較し固有受容感覚が低下していなかった可能性がある。

関節位置覚は、健常群と CAI 群ともに足底振動

刺激後に有意な変化を認めなかった。健常者を対象とした先行研究では、振動刺激によって関節位置覚が変化しないことが報告されている²⁰⁾。しかし CAI を有するアスリートを対象とした先行研究では、足底振動刺激によって関節位置覚が向上すると報告されている。この研究で用いられた振動周波数は 5Hz と、本研究で用いた 40Hz よりも小さいものであった。よって振動数の違いにより、関節位置覚に変化が見られなかった可能性がある。また先行研究では足底振動刺激実施時に片脚立位姿勢などで行っていた¹⁴⁾。よって、異なる振動周波数もしくは運動との組み合わせなど介入条件の変更が関節位置覚改善には必要な可能性が推察される。加えて、本研究の CAI 群は健常群と比べ、関節位置覚に異常を認めなかったことから、健常群と同様に足底振動刺激による変化が見られなかった可能性が考えられる。

足底表在感覚は、健常群と CAI 群ともに振動刺激後に有意な変化を認めなかった。健常者を対象とした先行研究では閾値が上昇すると報告されている²⁰⁾。先行研究では振動刺激を、振動周波数 40 Hz かつ振幅 4mm で実施した場合、足底表在感覚の低下が軽減される結果となっていた。本研究では振幅の設定が 1.8mm と先行研究よりも小さかったことから、足底表在感覚の低下まで至らな

かった可能性がある。また、CAI群において、足底振動刺激後に足底表在感覚の変化を認めなかったことは、健常者と比べ、足底表在感覚が低下していなかったことが一つの要因として考えられる。足底表在感覚はバランス能力と関係しており⁶⁾、CAIによりバランス能力が減少することが報告されている⁷⁾。バランス能力の低下は足関節捻挫の再受傷につながる恐れがあるため、その改善は重要である。CAIを対象とした研究では、振動刺激によってバランス能力が向上することが報告されており¹³⁾、本研究結果より、その改善は足底表在感覚や関節位置覚以外の寄与による可能性がある。

本研究結果から、今回用いた足底振動刺激（振動周波数：40Hz、振幅：1.8mm、計2分間）は健常群とCAI群ともに、関節位置覚と足底表在感覚に即時的な変化を認めなかった。関節位置覚に影響を与えた振動数やエクササイズを併用しなかったことが要因である可能性があり、介入条件を変更した検討が必要である。また、今回対象としたCAIを有するアスリートはFAAMのスコアが高かったことから、今後FAAMのスコアが低いアスリートを対象としたさらなる研究が必要であると考えられる。加えて、CAI症例におけるバランス能力の改善が報告された研究では、4-6週間の介入²¹⁾を行っている研究が多く、今後長期的な介入効果について検証が必要である。

本研究の限界は以下の通りである。

1) CAIの基準を満たす被験者が8例と少なく、サンプルサイズが小さかったため、検出力も低い結果となった。また足底表在感覚ではノンパラメトリック検定を用いたが、一般的にノンパラメトリック検定では検出力が低くなることが報告されているため、低い検出力となった可能性も考えられる。今後、CAI症例を増やして検討していく必要がある。

2) 同一の振動刺激装置を用いた先行研究と同様の設定で行ったが、CAI症例を対象とした先行研究とは値が異なった。今後はCAI症例を対象とした先行研究と同一の設定での介入効果を検証する必要がある。

結語

CAIを有するアスリートに対して、即時的な足底振動刺激（振動周波数：40Hz、振幅：1.8mm、

計2分間）が関節位置覚と足底表在感覚に与える影響を検討したが、本研究では即時的な変化を認めなかった。今後は健常者に比べ関節位置覚や足底表在感覚が低下しているCAI症例を対象とした研究や、異なる足底振動刺激の設定、長期介入効果の検証が必要であると考えられる。

謝辞

公益財団法人日本スポーツ医学財団の令和元年度研究助成を受けた。

利益相反

株式会社タカトリより、機材の提供を受けている。

著者貢献

Conceptualization：奥貫拓実、干場拓真、熊井司、

Data curation：若宮知輝、奥貫拓実、山口龍星、

Formal analysis：若宮知輝、奥貫拓実、山口龍星、

Funding acquisition：奥貫拓実、熊井司、

Investigation：若宮知輝、奥貫拓実、山口龍星、前道俊宏、劉紫剣、小川祐来、鮎川五朗、永元英明、

Methodology：若宮知輝、奥貫拓実、山口龍星、前道俊宏、劉紫剣、小川祐来、鮎川五朗、

Project administration：奥貫拓実、熊井司、

Resources：若宮知輝、前道俊宏、熊井司、

Software：若宮知輝、奥貫拓実、山口龍星、

Supervision：熊井司、

Validation：若宮知輝、奥貫拓実、山口龍星、前道俊宏、

Visualization：若宮知輝、奥貫拓実、山口龍星、劉紫剣、小川祐来、鮎川五朗、

Writing original draft：若宮知輝、

Writing review & editing：若宮知輝、奥貫拓実、山口龍星、前道俊宏、劉紫剣、小川祐来、鮎川五朗、永元英明、干場拓真、熊井司。

文献

- 1) Hertel J. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *J Athl Train.* 2002; 37(4): 364-375.
- 2) Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013; 43(8): 585-591 doi: 10.2519/jospt.2013.0303.
- 3) Tanen L, Docherty CL, Van Der Pol B, et al. Preva-

- lence of Chronic Ankle Instability in High School and Division I Athletes. *Foot & Ankle Specialist*. 2014; 7(1): 37-44 doi: 10.1177/1938640013509670.
- 4) McKeon JMM, McKeon PO. Evaluation of joint position recognition measurement variables associated with chronic ankle instability: a meta-analysis. *J Athl Train*. 2012; 47(4): 444-456 doi: 10.4085/1062-6050-47.4.15.
 - 5) Munn J, Sullivan SJ, Schneiders AG. Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: a systematic review with meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 2010; 13(1): 2-12 doi: 10.1016/j.jsams.2009.03.004.
 - 6) Gabriner ML, Houston MN, Kirby JL, et al. Contributing factors to star excursion balance test performance in individuals with chronic ankle instability. *Gait Posture*. 2015; 41(4): 912-916 doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.03.013.
 - 7) Wikstrom EA, Naik S, Lodha N, et al. Bilateral balance impairments after lateral ankle trauma: a systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2010; 31(4): 407-414 doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.02.004.
 - 8) Doherty C, Bleakley C, Hertel J, et al. Recovery From a First-Time Lateral Ankle Sprain and the Predictors of Chronic Ankle Instability: A Prospective Cohort Analysis. *Am J Sports Med*. 2016; 44(4): 995-1003 doi: 10.1177/0363546516628870.
 - 9) Delahunt E, Remus A. Risk Factors for Lateral Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 2019; 54(6): 611-616 doi: 10.4085/1062-6050-44-18.
 - 10) Hortobágyi T, Lesinski M, Fernandez-Del-Olmo M, et al. Small and inconsistent effects of whole body vibration on athletic performance: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Appl Physiol*. 2015; 115(8): 1605-1625 doi: 10.1007/s00421-015-3194-9.
 - 11) Huang M, Liao LR, Pang MY. Effects of whole body vibration on muscle spasticity for people with central nervous system disorders: a systematic review. *Clin Rehabil*. 2017; 31(1): 23-33 doi: 10.1177/0269215515621117.
 - 12) Cloak R, Nevill AM, Clarke F, et al. Vibration training improves balance in unstable ankles. *Int J Sports Med*. 2010; 31(12): 894-900 doi: 10.1055/s-0030-1265151.
 - 13) Sierra-Guzmán R, Jiménez-Díaz F, Ramírez C, et al. Whole-Body-Vibration Training and Balance in Recreational Athletes With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 2018; 53(4): 355-363 doi: 10.4085/1062-6050-547-16.
 - 14) Chang WD, Chen S, Tsou YA. Effects of Whole-Body Vibration and Balance Training on Female Athletes with Chronic Ankle Instability. *J Clin Med*. 2021; 10(11): 2380 doi: 10.3390/jcm10112380.
 - 15) Alawna M, Mohamed AA. Short-term and long-term effects of ankle joint taping and bandaging on balance, proprioception and vertical jump among volleyball players with chronic ankle instability. *Physical Therapy in Sport*. 2020; 46: 145-154 doi: 10.1016/j.ptsp.2020.08.015.
 - 16) Kunugi S, Masunari A, Noh B, et al. Cross-cultural adaptation, reliability, and validity of the Japanese version of the Cumberland ankle instability tool. *Disabil Rehabil*. 2017; 39(1): 50-58 doi: 10.3109/09638288.2016.1138555.
 - 17) Uematsu D, Suzuki H, Sasaki S, et al. Evidence of validity for the Japanese version of the foot and ankle ability measure. *J Athl Train*. 2015; 50(1): 65-70 doi: 10.4085/1062-6050-49.3.42.
 - 18) Oku K, Kawahara I, Sugioka T, et al. Immediate effects of plantar vibration stimuli during static upright posture following total hip arthroplasty in females. *Somatosensory & Motor Research*. 2020; 37(4): 238-244 doi: 10.1080/08990220.2020.1784129.
 - 19) Burcal CJ, Wikstrom EA. Plantar Cutaneous Sensitivity With and Without Cognitive Loading in People With Chronic Ankle Instability, Copers, and Uninjured Controls. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2016; 46(4): 270-276 doi: 10.2519/jospt.2016.6351.
 - 20) Pollock RD, Provan S, Martin FC, et al. The effects of whole body vibration on balance, joint position sense and cutaneous sensation. *Eur J Appl Physiol*. 2011; 111(12): 3069-3077 doi: 10.1007/s00421-011-1943-y.
 - 21) Shamseddini Sofla F, Hadadi M, Rezaei I, et al. The effect of the combination of whole body vibration and shoe with an unstable surface in chronic ankle instability treatment: a randomized clinical trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2021; 13: 28 doi: 10.1177/1938640021101328.

The immediate effects of planter vibration stimuli for ankle joint position sense and plantar cutaneous sensation in female athletes with chronic ankle instability

Wakamiya, K.^{*1}, Okunuki, T.^{*1,2,3}, Yamaguchi, R.^{*1}, Maemichi, T.^{*3,6}
Liu, Z.^{*1}, Ogawa, Y.^{*1}, Ayukawa, G.^{*1}, Nagamoto, H.^{*1,4}
Hoshiya, T.^{*5}, Kumai, T.^{*6}

^{*1} Graduate School of Sport Sciences, Waseda University, Saitama, Japan

^{*2} Research Fellow of Japan Society for the Promotion of Science

^{*3} Institute of Life Innovation Studies, Toyo University, Saitama, Japan

^{*4} Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Tohoku University, Miyagi, Japan

^{*5} Institute for Sport Sciences, Waseda University, Saitama, Japan

^{*6} Faculty of Sport Science, Waseda University, Saitama, Japan

Key words: vibration, chronic ankle instability, athlete

[Abstract] Chronic ankle instability (CAI) causes impairment in proprioception, such as ankle joint position sense and plantar cutaneous sensation. Although plantar vibration stimulation may be effective as a means of enhancing proprioception, its efficacy remains ambiguous. This study aimed to clarify the immediate effects of plantar vibration stimulation on healthy athletes and athletes with CAI. Eight healthy and eight CAI athletes participated in this study, and their joint position sense and cutaneous sensation were evaluated before and after the intervention of plantar vibration stimulation or non-intervention, designed as a cross-over study. There were no significant differences between the healthy group and the CAI group in both joint position and plantar cutaneous sensation. Also, there were no statistically significant changes in either group before or after the intervention. One possible explanation for the absence of differences between the healthy and CAI groups could be attributed to a high Foot and Ankle Ability Measure score. Neither group exhibited any changes in joint position or plantar cutaneous sensation following the vibration intervention. The frequency and amplitude of the vibration stimulation affecting proprioceptors may be different, and the joint position and plantar cutaneous sensation of CAI groups may be comparable with those of healthy participants.