JMMBS
Journal of Movement Mechanics & Biomechanics Science
ISSN 3070-3662 (ऑनलाइन)

हिन्दी अनुवाद · Hindi translation of the English original

- यह लेख मूल अंग्रेज़ी लेख "Scheduled Intermittent Compression-Decompression Therapy Attenuates Cumulative Lumbar Shear Amplification During Prolonged Occupational Sitting" का हिन्दी अनुवाद है। मूल अंग्रेज़ी लेख ही आधिकारिक संस्करण (Version of Record) है; किसी भी विसंगति की स्थिति में अंग्रेज़ी मूल मान्य होगा।
- **DOI:** https://doi.org/10.66078/jmmbs.v2i2.009 — यह DOI मूल अंग्रेज़ी लेख का है; इस अनुवाद के लिए कोई अलग DOI जारी नहीं किया गया है।
- यह अनुवाद मशीन-सहायित है (नवंबर 2026)। लेखकों के नाम, संबद्धताएँ, DOI, ISSN और संदर्भ अपरिवर्तित रखे गए हैं। इसकी विशेषज्ञ हिन्दी भाषा-समीक्षा अभी नहीं हुई है।
- यह अनुवाद मूल PDF के पाठ से तैयार किया गया है; चित्र, तालिकाएँ और समीकरण मूल अंग्रेज़ी PDF में देखें।

मूल शोध · खुली पहुँच · हिन्दी अनुवाद

अनुसूचित आंतरायिक संपीड़न-विसंपीड़न थेरेपी लंबे समय तक व्यावसायिक बैठने के दौरान संचयी काठ कतरनी प्रवर्धन को कम करती है

मूल अंग्रेज़ी शीर्षक: Scheduled Intermittent Compression-Decompression Therapy Attenuates Cumulative Lumbar Shear Amplification During Prolonged Occupational Sitting

Neeraj Mehta
MMSx Authority Institute for Movement Mechanics & Biomechanics Research, Powell, Ohio, USA

Christopher Alfiero
Performance Technology Division, Eternal, San Rafael, California, USA

Karun Jain
Orthopaedic & Trauma Surgery Division, San Francisco, California, USA

Hatem Spetan
Armah Sports Company, Jeddah, Saudi Arabia

Jorge Estañán Martínez
EfiCiencia & i3 Sport, Valencia, Spain

Achouri Imen
University of Sfax, Sfax, Tunisia

Anupama Mahajan
Indian Institute for Kinesiology & Biomechanics Research

पत्रिका

Journal of Movement Mechanics & Biomechanics Science (JMMBS) · ISSN 3070-3662 (ऑनलाइन)

खंड / अंक

खंड 3, अंक 1 · 2026

लेख का प्रकार

मूल शोध (Original Research)

DOI (मूल अंग्रेज़ी लेख)

https://doi.org/10.66078/jmmbs.v2i2.009

प्राप्त

जनवरी 2026

मूल लेख प्रकाशित

15 मार्च 2026

प्रकाशक

MMSx Authority Institute for Movement Mechanics & Biomechanics Research

लाइसेंस

CC BY 4.0 (मूल लेख का लाइसेंस)

सार पृष्ठभूमि: लंबे समय तक व्यावसायिक बैठे रहना पीठ के निचले हिस्से में दर्द के लिए एक मान्यता प्राप्त जोखिम कारक है, जो संचयी अक्षीय संपीड़न, प्रगतिशील काठ कतरनी प्रवर्धन, निष्क्रिय विस्कोलेस्टिक ऊतक रेंगना और पैरास्पाइनल न्यूरोमस्कुलर थकान द्वारा विशेषता है।

उद्देश्य: यह मूल्यांकन करना कि क्या निर्धारित आंतरायिक संपीड़न-डीकंप्रेसन थेरेपी 30 दिनों में संचयी काठ कतरनी प्रवर्धन को कम करती है।

विधियाँ: संभावित यादृच्छिक क्रॉसओवर पायलट अध्ययन (n=25 स्वस्थ पुरुष: 12 पायलट, 13 ट्रक ड्राइवर)। प्रत्येक प्रतिभागी ने 30-दिवसीय हस्तक्षेप और नियंत्रण अवधि (यादृच्छिक क्रम, 4-सप्ताह वाशआउट) पूरी की। हस्तक्षेप: प्रत्येक 3-4 घंटे में 15-20 मिनट का स्वचालित संपीड़न-डीकंप्रेसन। प्राथमिक परिणाम: बेसलाइन पर सामान्यीकृत एल5/एस1 कतरनी (एन/किग्रा, अर्ध-स्थैतिक मॉडल) का रैखिक प्रतिगमन ढलान, दिन 15, दिन 30। माध्यमिक परिणाम: ईएमजी औसत आवृत्ति गिरावट ढलान, मल्टीफ़िडस मोटाई, ट्रंक कठोरता, एचआरवी। अवधि/अनुक्रम/कैरीओवर परीक्षण के साथ मिश्रित-प्रभाव मॉडलिंग।

परिणाम:हस्तक्षेप ने कतरनी प्रवर्धन ढलान को 18% (0.041 बनाम 0.050 एन/किग्रा/दिन, 95% सीआई 10-26%, पी<0.01) कम कर दिया। ईएमजी थकान ढलान कम हो गई (कोहेन का डी=0.8, पी<0.05)। मल्टीफ़िडस की मोटाई +0.16 सेमी बढ़ गई (पी<0.05, एमडीसी 0.15 सेमी तक पहुंच गई)। ट्रंक की कठोरता में सुधार हुआ और आरएमएसएसडी में वृद्धि हुई (दोनों पी<0.05)। अनुपालन 93% ± 4%।

निष्कर्ष: अनुसूचित आंतरायिक संपीड़न-डीकंप्रेसनथेरेपी लंबे समय तक व्यावसायिक बैठने में संचयी कतरनी प्रवर्धन और न्यूरोमस्कुलर थकान को कम करती है। बड़े परीक्षणों की आवश्यकता है।

2. परिचय

लंबे समय तक व्यावसायिक बैठे रहना पीठ के निचले हिस्से में दर्द (एलबीपी) के लिए एक सुस्थापित जोखिम कारक है, विशेष रूप से वाणिज्यिक विमानन और लंबी दूरी के परिवहन जैसे विस्तारित स्थैतिक जोखिम वाले व्यवसायों में [1]। 10-12 घंटे से अधिक की दैनिक

बैठने की अवधि, अक्सर पूरे शरीर में कंपन और बाधित मुद्रा परिवर्तनशीलता के साथ मिलकर, काठ की रीढ़ पर निरंतर यांत्रिक मांग डालती है। ये एक्सपोज़र संचयी अक्षीय संपीड़न, इंटरवर्टेब्रल डिस्क और स्नायुबंधन के भीतर समय-निर्भर निष्क्रिय ऊतक रेंगने और धनु-तल कतरनी लोडिंग में प्रगतिशील वृद्धि को बढ़ावा देते हैं [2]। "कतरनी प्रवर्धन" की अवधारणा समय के साथ काठ के कतरनी बलों में क्रमिक वृद्धि का वर्णन करती है, जिसके परिणामस्वरूप आसनीय बहाव, स्नायुबंधन तनाव में छूट और न्यूरोमस्कुलर स्थिरीकरण क्षमता में कमी आती है। यहां तक कि कम-परिमाण वाले कतरनी बल भी, जब बार-बार या लगातार लागू किए जाते हैं, तो संचयी माइक्रोट्रामा तंत्र के माध्यम से ऊतक सहिष्णुता सीमा से अधिक हो सकते हैं [3]। मैकगिल और सहकर्मियों के प्रायोगिक और मॉडलिंग कार्य ने रीढ़ की हड्डी की चोट की समझ को तीव्र अधिभार प्रतिमानों से उप-विफलता संचयी लोडिंग मॉडल की ओर स्थानांतरित कर दिया है, जो बार-बार निम्न-स्तरीय कतरनी जोखिम की हानिकारक क्षमता पर जोर देता है [4,5]।

लंबे समय तक बैठने पर, निरंतर भार के तहत निष्क्रिय विस्कोलेस्टिक संरचनाएं उत्तरोत्तर लंबी हो जाती हैं, जिससे आंतरिक कठोरता कम हो जाती है और स्थिरता बनाए रखने के लिए अधिक मांसपेशियों के सह-संकुचन की आवश्यकता होती है। इस न्यूरोमस्कुलर मुआवजे से पैरास्पाइनल मांसपेशियां में थकान जमा हो सकती है, जिससे भार वितरण में और बदलाव हो सकता है और संभावित रूप से L5/S1 पर कतरनी-से-संपीड़न अनुपात बढ़ सकता है। विस्तारित व्यावसायिक चक्रों के दौरान, निष्क्रिय रेंगना और न्यूरोमस्कुलर थकान के बीच यह अंतःक्रिया प्रगतिशील यांत्रिक भेद्यता में योगदान कर सकती है।

हालाँकि, किसी भी अनुदैर्ध्य यादृच्छिक अध्ययन ने यह जांच नहीं की है कि क्या अनुसूचित डीकंप्रेसन विस्तारित व्यावसायिक जोखिम अवधि के दौरान कतरनी प्रवर्धन की ढलान को समतल कर सकता है। इन तंत्रों की मान्यता के बावजूद, वर्तमान व्यावसायिक प्रति-उपाय काफी हद तक निष्क्रिय बने हुए हैं। एर्गोनोमिक सीट संशोधन, काठ का समर्थन, और आसन सलाह क्षणिक रूप से दबाव को पुनर्वितरित कर सकती है लेकिन सक्रिय रूप से संचयी रेंगना संचय को बाधित नहीं करती है या न्यूरोमस्कुलर रिकवरी की सुविधा नहीं देती है। वास्तविक दुनिया के व्यावसायिक प्रदर्शन के दौरान कतरनी प्रवर्धन को कम करने के लिए डिज़ाइन की गई संरचित रणनीतियों की जांच करने वाले अनुदैर्ध्य हस्तक्षेप अध्ययनों की कमी है।

आंतरायिक संपीड़न-विसंपीड़न चिकित्सा एक संभावित यंत्रवत प्रतिउपाय का प्रतिनिधित्व करती है। समय-समय पर रीढ़ की हड्डी के ऊतकों को उतारकर और भार वितरण में बदलाव करके, ऐसी थेरेपी निष्क्रिय रेंगने की प्रगति को बाधित कर सकती है, लिगामेंट की कठोरता की विशेषताओं को बहाल कर सकती है, और क्षणिक न्यूरोमस्कुलर रिकवरी की अनुमति दे सकती है। हालाँकि, अनुदैर्ध्य डेटा यह जांच कर रहा है कि क्या अनुसूचित डीकंप्रेसन विस्तारित व्यावसायिक अवधि में संचयी कतरनी प्रक्षेपवक्र को संशोधित कर सकता है या नहीं, सीमित है।

इसके अलावा, 30-दिवसीय व्यावसायिक चक्र के दौरान कतरनी-संपीड़न अनुपात और ईएमजी-व्युत्पन्न थकान ढलानों के अस्थायी व्यवहार को उच्च जोखिम वाली पेशेवर आबादी में पर्याप्त रूप से चित्रित नहीं किया गया है। यह समझना कि क्या संरचित डीकंप्रेसन केवल पूर्ण भार परिमाण के बजाय कतरनी प्रवर्धन की ढलान को प्रभावित करता है, संचयी चोट जोखिम मॉड्यूलेशन में अंतर्दृष्टि प्रदान कर सकता है। इसलिए, इस अध्ययन का प्राथमिक उद्देश्य यह निर्धारित करना था कि क्या अनुसूचित आंतरायिक संपीड़न-डीकंप्रेसन थेरेपी लंबे समय तक व्यावसायिक बैठने की 30 दिनों की अवधि में संचयी काठ कतरनी प्रवर्धन की दर को कम करती है। कतरनी प्रवर्धन को समय-समय पर सामान्यीकृत L5/S1 कतरनी मूल्यों के प्रतिगमन ढलान के रूप में संचालित किया गया था।

द्वितीयक उद्देश्य यह मूल्यांकन करना था कि क्या हस्तक्षेप:

1. पैरास्पाइनल मांसपेशियां के ईएमजी मध्य आवृत्ति थकान ढलान को क्षीण करता है

2. गतिशील ट्रंक कठोरता विशेषताओं में सुधार करता है

3. न्यूनतम पता लगाने योग्य परिवर्तन सीमा के भीतर मल्टीफ़िडस मांसपेशियों की मोटाई को प्रभावित करता है 4. हृदय गति परिवर्तनशीलता द्वारा मूल्यांकन के अनुसार स्वायत्त पुनर्प्राप्ति पैटर्न को नियंत्रित करता है

हमने अनुमान लगाया कि अनुसूचित डीकंप्रेसन कतरनी प्रवर्धन की दर को कम करेगा और संरचित अनलोडिंग के बिना नियंत्रण स्थितियों के सापेक्ष न्यूरोमस्क्यूलर थकान की प्रगति को कम करेगा।

3. विधियाँ

ए. अध्ययन डिजाइन

एक संभावित, यादृच्छिक, क्रॉसओवर नियंत्रित अनुदैर्ध्य पायलट अध्ययन आयोजित किया गया था। प्रत्येक प्रतिभागी ने अपने स्वयं के नियंत्रण के रूप में कार्य किया, 30-दिन की हस्तक्षेप अवधि और 30-दिवसीय नियंत्रण अवधि दोनों को यादृच्छिक क्रम में पूरा किया। 4 सप्ताह की वाशआउट अवधि ने दोनों स्थितियों को अलग कर दिया।

वाशआउट अवधि की अवधि का चयन न्यूरोमस्कुलर और विस्कोलेस्टिक अनुकूलन के पर्याप्त क्षय का सुझाव देने वाले साहित्य के आधार पर किया गया था। मिश्रित-प्रभाव मॉडल के भीतर अवधि × अनुक्रम इंटरैक्शन शर्तों का उपयोग करके कैरीओवर प्रभावों का औपचारिक रूप से परीक्षण किया गया और उन्हें गैर-महत्वपूर्ण पाया गया। नियंत्रण अवधि के दौरान, प्रतिभागियों ने बिना किसी संरचित डीकंप्रेसन या गतिशीलता हस्तक्षेप के अपनी सामान्य व्यावसायिक दिनचर्या का पालन किया।

"मिश्रित-प्रभाव वाले मॉडल में अवधि × अनुक्रम इंटरैक्शन शर्तों का उपयोग करके कैरीओवर, अवधि और अनुक्रम प्रभावों का औपचारिक रूप से परीक्षण किया गया था और वे गैर-महत्वपूर्ण थे (पी> 0.10)।"

अध्ययन प्रोटोकॉल को MMSx Authority Institute संस्थागत समीक्षा बोर्ड (अनुमोदन संख्या: 034-2025) द्वारा अनुमोदित किया गया था, और सभी प्रतिभागियों ने भागीदारी से पहले लिखित सूचित सहमति प्रदान की थी।

चित्र 1. यादृच्छिक क्रॉसओवर पायलट अध्ययन डिज़ाइन का योजनाबद्ध अवलोकन। पच्चीस स्वस्थ पुरुष प्रतिभागियों (12 वाणिज्यिक विमानन पायलट, 13 लंबी दूरी के ट्रक चालक) ने 30-दिन की हस्तक्षेप अवधि (अनुसूचित आंतरायिक संपीड़न-विसंपीड़न चिकित्सा) और 30-दिवसीय नियंत्रण अवधि (सामान्य व्यावसायिक बैठक) दोनों को यादृच्छिक क्रम में पूरा किया, जिसे 4-सप्ताह के वॉशआउट द्वारा अलग किया गया। बायोमैकेनिकल और न्यूरोमस्कुलर माप प्रत्येक स्थिति में बेसलाइन, 15वें दिन और 30वें दिन पर किए गए। सभी भार चर को प्रति किलोग्राम शरीर द्रव्यमान के अनुसार सामान्यीकृत किया गया। सी-डी = संपीड़न-डीकंप्रेसन।

बी. प्रतिभागी CONSORT रिपोर्टिंग अध्ययन क्रॉसओवर परीक्षणों के लिए CONSORT 2010 विस्तार के अनुसार रिपोर्ट किया गया है। एक CONSORT प्रवाह आरेख पूरक चित्र एस1 के रूप में प्रदान किया गया है।

कुल 25 स्वस्थ पूर्णकालिक पुरुष प्रतिभागियों को भर्ती किया गया:

- 12 वाणिज्यिक विमानन पायलट
- 13 लंबी दूरी के ट्रक ड्राइवर

समावेशन मानदंड

- उम्र 25-55 साल
- ≥2 वर्ष का व्यावसायिक अनुभव
- ≥10 घंटे/दिन बैठे रहने का जोखिम, 4-5 दिन/सप्ताह

बहिष्करण मानदंड

- पूर्व रीढ़ की हड्डी की सर्जरी
- रेडिकुलोपैथी के साथ तीव्र डिस्क विकृति
- तंत्रिका संबंधी विकार का निदान
- अनियंत्रित उच्च रक्तचाप

केवल पुरुष समूह व्यावसायिक नमूना उपलब्धता को दर्शाता है और इसे सामान्यीकरण को प्रभावित करने वाली सीमा के रूप में स्वीकार किया जाता है।

बेसलाइन एंथ्रोपोमेट्रिक्स, बीएमआई, व्यावसायिक जोखिम इतिहास और दर्द स्कोर दर्ज किए गए।

सी. हस्तक्षेप प्रोटोकॉल

हस्तक्षेप में एक पोर्टेबल स्वचालित डिवाइस के माध्यम से वितरित अनुसूचित आंतरायिक संपीड़न-डीकंप्रेसन थेरेपी शामिल थी।

प्रोटोकॉल:

- प्रति सत्र 15-20 मिनट
- कार्यदिवस के दौरान हर 3-4 घंटे में
- दबाव सीमा: 20-40 केपीए
- मानकीकृत तटस्थ लापरवाह आसन

अनुपालन को ट्रैक करने के लिए डिवाइस लॉग का उपयोग किया गया था।

औसत अनुपालन: 93% ± 4%

डी. बायोमैकेनिकल माप

एंथ्रोपोमेट्रिक पूर्वाग्रह को कम करने और अंतर-व्यक्तिगत तुलनीयता में सुधार करने के लिए सांख्यिकीय मॉडलिंग से पहले सभी बायोमैकेनिकल लोड चर को शरीर द्रव्यमान के प्रति किलोग्राम सामान्यीकृत किया गया था।

सीट मानकीकरण का प्रयास किया गया; हालाँकि, कॉकपिट और ट्रक की सीट परिवर्तनशीलता को संभावित कन्फ़्यूडर के रूप में स्वीकार किया जाता है। क्रॉसओवर डिज़ाइन इस सीमा को कम करता है।

1. भार वितरण एवं कतरनी प्रवर्धन

L5/S1 पर काठ कतरनी का अनुमान एक अर्ध-स्थैतिक धनु समतल मॉडल का उपयोग करके लगाया गया था: कतरनी = एफ × पाप (θ) संपीड़न = एफ × कॉस (θ) जहां:

- एफ = सुपरइंकंबेंट बॉडी मास फोर्स
- θ = गतिज विश्लेषण से प्राप्त काठ का लचीलापन कोण

सुपरइंकंबेंट लोड (एफ) को गुरुत्वाकर्षण त्वरण द्वारा गुणा किए गए कुल शरीर द्रव्यमान के 60% अनुमानित ऊपरी शरीर द्रव्यमान के रूप में संचालित किया गया था।

मॉडल में गतिशील त्वरण घटक, इंट्रा-पेट दबाव, या पैरास्पाइनल मांसपेशी सह-संकुचन बल शामिल नहीं है, और इसलिए एक रूढ़िवादी अर्ध-स्थैतिक सन्निकटन का प्रतिनिधित्व करता है।

प्राथमिक परिणाम परिभाषा

कतरनी प्रवर्धन की दर को 30-दिन की अवधि (बेसलाइन, दिन 15, दिन 30) में मापा गया सामान्यीकृत L5/S1 कतरनी मूल्यों के रैखिक प्रतिगमन ढलान के रूप में परिभाषित किया गया था।

प्रत्येक प्रतिभागी और स्थिति के लिए, न्यूनतम-वर्ग रैखिक प्रतिगमन ढलान गुणांक (β) की गणना की गई थी। मिश्रित-प्रभाव मॉडलिंग का उपयोग करके हस्तक्षेप और नियंत्रण अवधि के बीच ढलान गुणांक की तुलना की गई।

2. भूतल इलेक्ट्रोमायोग्राफी (ईएमजी)

सतह ईएमजी को द्विपक्षीय रूप से रिकॉर्ड किया गया था:

- इरेक्टर स्पाइना (L3 स्तर)
- मल्टीफ़िडस

सिग्नल थे

- बैंड-पास फ़िल्टर्ड (20-450 हर्ट्ज़)
- फुल-वेव को ठीक किया गया
- आरएमएस आयाम को %MVC पर सामान्यीकृत किया गया

प्रत्येक माप विंडो के भीतर समय के साथ औसत आवृत्ति में गिरावट के ढलान के रूप में थकान को क्रियान्वित किया गया था।

ईएमजी थकान ढलान पूरे समय में औसत आवृत्ति के रैखिक प्रतिगमन का उपयोग करके प्राप्त किया गया था।

3. अल्ट्रासाउंड मल्टीफ़िडस मोटाई

बी-मोड अल्ट्रासाउंड (माइंड्रे एम7) का उपयोग एल4-एल5 पर किया गया था।

- विश्राम के समय लिया गया माप
- प्रत्येक प्रतिभागी के लिए दिन का समान समय
- एकल अंधा मूल्यांकनकर्ता
- आईसीसी > 0.90

अध्ययन आरंभ होने से पहले पायलट परीक्षण के माध्यम से मिनिमल डिटेक्टेबल चेंज (एमडीसी) स्थापित किया गया था।

4. ट्रंक कठोरता गड़बड़ी परीक्षण

धनु तल में एक मानकीकृत यांत्रिक गड़बड़ी लागू की गई थी।

गतिशील ट्रंक कठोरता की गणना का उपयोग करके की गई थी:

कठोरता = Δमोमेंट / Δकोणीय विस्थापन समय-से-संतुलन और भिगोना विशेषताओं को भी दर्ज किया गया था।

5. हृदय गति परिवर्तनशीलता (एचआरवी)

एचआरवी को पोलर एच10 का उपयोग करके रिकॉर्ड किया गया था।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

मानकीकरण प्रक्रियाएँ

- 4 घंटे पहले कैफीन नहीं
- प्री-शिफ्ट माप
- स्लीप लॉग बनाए रखा गया

ई. सांख्यिकीय विश्लेषण

सभी विश्लेषण आर (एलएमई4 पैकेज) में मिश्रित-प्रभाव अनुदैर्ध्य मॉडल (निश्चित प्रभाव: समय, स्थिति, व्यवसाय; यादृच्छिक प्रभाव: प्रतिभागी आईडी) का उपयोग करके आयोजित किए गए थे। समूह एकत्रीकरण से पहले तीन समय बिंदुओं पर व्यक्तिगत प्रतिभागी ढलानों की गणना न्यूनतम-वर्ग रैखिक प्रतिगमन के माध्यम से की गई थी। अवशिष्ट सामान्यता की पुष्टि की गई (शापिरो-विल्क), अवशिष्ट भूखंडों के माध्यम से समरूपता। अल्फ़ा = 0.05. एक प्राथमिक शक्ति विश्लेषण ने 15% ढलान अंतर (80% शक्ति) के लिए n=22 का संकेत दिया। संवेदनशीलता विश्लेषण में अनुपालन को शामिल नहीं किया गया <85%।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

यादृच्छिक प्रभाव

- प्रतिभागी आईडी

प्राथमिक परिणाम

- कतरनी प्रवर्धन ढलान (β)

माध्यमिक परिणाम

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

प्रभाव आकार (कोहेन डी) और 95% विश्वास अंतराल की सूचना दी गई।

अल्फा स्तर: 0.05 मॉडल मान्यताओं (अवशेषों की सामान्यता, समरूपता) का परीक्षण शापिरो-विल्क और अवशिष्ट भूखंडों का उपयोग करके किया गया था।

एक प्राथमिक शक्ति विश्लेषण (ईएमजी थकान ढलान विचरण पर आधारित) ने संकेत दिया कि 22 प्रतिभागियों को 80% शक्ति (α = 0.05) पर 15% कतरनी ढलान अंतर का पता लगाने की आवश्यकता है।

<85% अनुपालन वाले प्रतिभागियों को छोड़कर संवेदनशीलता विश्लेषण आयोजित किए गए; परिणाम दिशात्मक रूप से सुसंगत रहे।

4. परिणाम

प्रतिभागी विशेषताएँ और अनुपालन

सभी 25 प्रतिभागियों ने दोनों अध्ययन चरण पूरे कर लिए। हस्तक्षेप से संबंधित कोई प्रतिकूल घटना रिपोर्ट नहीं की गई। हस्तक्षेप चरण के दौरान निर्धारित संपीड़न-डीकंप्रेसन प्रोटोकॉल का औसत अनुपालन 93% ± 4% था।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

तालिका 1. आधारभूत प्रतिभागी विशेषताएँ (n = 25 स्वस्थ वयस्क पुरुष)। जब तक अन्यथा संकेत न दिया जाए, मान माध्य ± एसडी हैं। अनुक्रम समूहों या पायलटों और ट्रक ड्राइवरों के बीच कोई महत्वपूर्ण अंतर मौजूद नहीं था। ओडीआई = ओसवेस्ट्री विकलांगता सूचकांक।

अनुक्रम समूहों (हस्तक्षेप-प्रथम बनाम नियंत्रण-प्रथम) के बीच बेसलाइन एंथ्रोपोमेट्रिक और व्यावसायिक विशेषताएं महत्वपूर्ण रूप से भिन्न नहीं थीं, और कोई महत्वपूर्ण कैरीओवर प्रभाव नहीं पाया गया (अवधि × अनुक्रम इंटरैक्शन, पी> 0.10)।

प्राथमिक परिणाम: काठ कतरनी प्रवर्धन

मिश्रित-प्रभाव वाले अनुदैर्ध्य मॉडलिंग ने सामान्यीकृत L5/S1 कतरनी मूल्यों (पी <0.01) के लिए समय और स्थिति (हस्तक्षेप बनाम नियंत्रण) के बीच एक महत्वपूर्ण अंतःक्रिया प्रभाव का प्रदर्शन किया।

चित्र 2 (प्राथमिक परिणाम - पांडुलिपि में चित्र 1 या 2 के रूप में अनुशंसित): 30 दिनों में औसत सामान्यीकृत एल5/एस1 कतरनी प्रक्षेपवक्र।

तालिका 3. अनुमानित सामान्यीकृत L5/S1 कतरनी का समय पाठ्यक्रम

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

तालिका 3. प्राथमिक परिणाम का समय पाठ्यक्रम: 30-दिन की अवधि में सामान्यीकृत L5/S1 कतरनी मान (N/kg)। मान समूह माध्य ± SD हैं। इन कच्चे समय-बिंदु डेटा का उपयोग चित्र 2 में दिखाए गए रैखिक प्रतिगमन ढलानों की गणना करने के लिए किया गया था (हस्तक्षेप के साथ 18% क्षीणन, पी <0.01)। प्रत्येक प्रतिभागी/स्थिति के लिए बेसलाइन मानों को 1.00 पर सामान्यीकृत किया गया।

चित्र 3 (कतरनी प्रवर्धन ढलान - प्राथमिक परिणाम का बार सारांश):

कतरनी प्रवर्धन की दर, बेसलाइन, दिन 15 और दिन 30 पर सामान्यीकृत कतरनी के प्रतिगमन ढलान (β) के रूप में परिभाषित, नियंत्रण की तुलना में हस्तक्षेप अवधि के दौरान काफी कम थी। यह कतरनी प्रवर्धन ढलान में 18% सापेक्ष कमी के अनुरूप है (बीच-स्थिति ढलान

अंतर के लिए 95% सीआई: 10-26%)।

भीतर-स्थिति विश्लेषण से पता चला

- नियंत्रण अवधि: समय के साथ सामान्यीकृत कतरनी में प्रगतिशील वृद्धि (सकारात्मक ढलान, पी <0.01)
- हस्तक्षेप अवधि: कम परिमाण के साथ क्षीण ढलान प्रगति (पी <0.05)

इन निष्कर्षों से संकेत मिलता है कि अनुसूचित डीकंप्रेसन ने कतरनी परिमाण में तत्काल पूर्ण कमी लाने के बजाय कतरनी वृद्धि की संचयी दर को कम कर दिया।

तालिका 2. 30 दिनों के परिणाम पर प्राथमिक और माध्यमिक परिणाम

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

ईएमजी माध्य आवृत्ति गिरावट ढलान (हर्ट्ज/आकलन)

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

मल्टीफ़िडस मोटाई में परिवर्तन (एल4-एल5 पर सेमी)

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

तालिका 2। निर्धारित आंतरायिक संपीड़न-डीकंप्रेसन थेरेपी बनाम नियंत्रण के 30 दिनों के बाद प्राथमिक और माध्यमिक परिणाम। सभी बायोमैकेनिकल चर प्रति किलोग्राम शरीर द्रव्यमान के अनुसार सामान्यीकृत होते हैं। जहां लागू हो प्रभाव आकार (कोहेन डी) और 95% विश्वास अंतराल दिखाए जाते हैं। एमडीसी = न्यूनतम पता लगाने योग्य परिवर्तन (मल्टीफ़िडस के लिए 0.15 सेमी)। आरएमएसएसडी = क्रमिक अंतरों का मूल माध्य वर्ग (हृदय गति परिवर्तनशीलता)।

माध्यमिक परिणाम सतह ईएमजी थकान मेट्रिक्स इरेक्टर स्पाइना और मल्टीफ़िडस मांसपेशियों दोनों के लिए औसत आवृत्ति में गिरावट का ढलान नियंत्रण की तुलना में हस्तक्षेप अवधि के दौरान काफी कम हो गया था (पी <0.05)।

प्रभाव आकार विश्लेषण ने थकान ढलान क्षीणन के लिए एक बड़ा प्रभाव (कोहेन डी = 0.8) प्रदर्शित किया। आरएमएस आयाम (%एमवीसी सामान्यीकृत) स्थितियों (पी> 0.10) के बीच महत्वपूर्ण रूप से भिन्न नहीं था, यह सुझाव देता है कि हस्तक्षेप ने सक्रियण परिमाण के बजाय मुख्य रूप से थकान की प्रगति को प्रभावित किया।

चित्र 4 (माध्यमिक - ईएमजी थकान प्रगति):

मल्टीफ़िडस मोटाई

अल्ट्रासाउंड इमेजिंग ने 30-दिन की हस्तक्षेप अवधि (पी <0.05) के बाद मल्टीफ़िडस मोटाई में एक छोटी लेकिन सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण वृद्धि प्रदर्शित की।

परिवर्तन की भयावहता स्थापित न्यूनतम पता लगाने योग्य परिवर्तन (एमडीसी) के करीब है, जो दर्शाता है कि सांख्यिकीय रूप से पता लगाने योग्य होने के बावजूद, संरचनात्मक व्याख्या सावधानी से की जानी चाहिए। नियंत्रण अवधि के दौरान मोटाई में कोई महत्वपूर्ण परिवर्तन नहीं देखा गया।

चित्र 5. बेसलाइन और दिन 30 पर अल्ट्रासाउंड-मापी गई मल्टीफ़िडस मांसपेशियों की मोटाई (एल4-एल5, आराम बी-मोड)। व्यक्तिगत प्रतिभागी डेटा (ग्रे डॉट्स, एन=25) और समूह साधन (मोटी रेखाएं/बार)। हस्तक्षेप अवधि (पी <0.05) के दौरान एक छोटी लेकिन सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण वृद्धि हुई, जो 0.15 सेमी की पूर्व-स्थापित न्यूनतम पता लगाने योग्य परिवर्तन (एमडीसी) सीमा के करीब पहुंच गई। नियंत्रण अवधि में कोई सार्थक परिवर्तन नहीं देखा गया। त्रुटि पट्टियाँ = SEM.

ट्रंक कठोरता और गतिशील स्थिरता

गड़बड़ी परीक्षण से पता चला कि नियंत्रण की तुलना में हस्तक्षेप अवधि के दौरान ट्रंक कठोरता विशेषताओं में सुधार हुआ है।

विशेष रूप से:

- गड़बड़ी के बाद संतुलन का समय कम हो गया (पी <0.05)
- बढ़ी हुई गणना ट्रंक कठोरता गुणांक (पी <0.05)

ये निष्कर्ष बार-बार डीकंप्रेसन एक्सपोज़र के बाद बेहतर गतिशील स्थिरीकरण क्षमता का सुझाव देते हैं।

चित्र 6. मानकीकृत धनु-तल यांत्रिक गड़बड़ी परीक्षण से प्राप्त गतिशील ट्रंक कठोरता और स्थिरता मेट्रिक्स।

(ए) ट्रंक कठोरता गुणांक (एनएम/°)।

(बी) गड़बड़ी के बाद समय-से-संतुलन।

नियंत्रण की तुलना में 30-दिवसीय हस्तक्षेप के दौरान दोनों मेट्रिक्स में उल्लेखनीय सुधार हुआ (प्रत्येक के लिए पी <0.05)। ग्रे बिंदु = व्यक्तिगत डेटा (n=25); बार = माध्य ± SEM.

हृदय गति परिवर्तनशीलता

एचआरवी विश्लेषण से नियंत्रण (पी <0.05) की तुलना में हस्तक्षेप चरण के दौरान आरएमएसएसडी में उल्लेखनीय वृद्धि का पता चला।

एलएफ/एचएफ अनुपात में गिरावट का रुझान दिखा, हालांकि यह सांख्यिकीय महत्व (पी = 0.07) तक नहीं पहुंचा। देखे गए एचआरवी परिवर्तन बेहतर स्वायत्त पुनर्प्राप्ति पैटर्न के अनुरूप हैं, लेकिन ज्ञात व्यावसायिक गड़बड़ी के कारण सावधानी से व्याख्या की जानी चाहिए।

चित्र 7. ध्रुवीय H10 का उपयोग करके प्री-शिफ्ट हृदय गति परिवर्तनशीलता को RMSSD (ms) के रूप में मापा जाता है। हस्तक्षेप ने नियंत्रण (पी <0.05) की तुलना में आरएमएसएसडी में सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण वृद्धि उत्पन्न की, जो बेहतर स्वायत्त (पैरासिम्पेथेटिक) रिकवरी के अनुरूप है। ग्रे बिंदु = व्यक्तिगत प्रतिभागी (n=25); बार = माध्य ± SEM. (एलएफ/एचएफ अनुपात ने एक अनुकूल गैर-महत्वपूर्ण गिरावट का रुझान दिखाया, पी = 0.07, नहीं दिखाया गया।)

संवेदनशीलता विश्लेषण

अनुपालन वाले प्रतिभागियों का बहिष्कार <85% ने प्राथमिक या माध्यमिक परिणाम पैटर्न में कोई महत्वपूर्ण बदलाव नहीं किया।

परिणाम दिशात्मक रूप से सुसंगत रहे, जो निष्कर्षों की मजबूती का समर्थन करते हैं।

5. चर्चा

वर्तमान अध्ययन ने जांच की कि क्या अनुसूचित आंतरायिक संपीड़न-डीकंप्रेसन थेरेपी लंबे समय तक व्यावसायिक बैठने के दौरान संचयी काठ कतरनी प्रवर्धन को कम कर सकती है। प्राथमिक खोज कतरनी प्रवर्धन की दर में एक महत्वपूर्ण कमी थी, जिसे 30-दिवसीय व्यावसायिक चक्र में सामान्यीकृत L5/S1 कतरनी के प्रतिगमन ढलान के रूप में क्रियान्वित किया गया था। पूर्ण कतरनी परिमाण में तत्काल कमी लाने के बजाय, हस्तक्षेप ने समय के साथ कतरनी प्रगति के प्रक्षेपवक्र को बदल दिया, जिससे संचयी लोडिंग गतिशीलता के मॉड्यूलेशन का सुझाव मिला।

कतरनी प्रवर्धन का क्षीणन

लंबे समय तक स्थिर बैठे रहना प्रगतिशील आसनीय बहाव और निष्क्रिय विस्कोलेस्टिक ऊतक रेंगने से जुड़ा है। जैसे-जैसे लिगामेंटस संरचनाएं निरंतर भार के तहत बढ़ती हैं, सक्रिय स्टेबलाइजर्स पर यांत्रिक मांग बढ़ती है, संभावित रूप से लुंबोसैक्रल जंक्शन पर कतरनी-संपीड़न अनुपात में बदलाव होता है। हस्तक्षेप अवधि के दौरान कतरनी ढलान में देखी गई क्षीणन से पता चलता है कि आवधिक विसंपीड़न यांत्रिक तनाव के इस प्रगतिशील संचय को बाधित कर सकता है।

महत्वपूर्ण बात यह है कि इस अध्ययन में बताए गए कतरनी मूल्य एक अर्ध-स्थैतिक धनु विमान मॉडल से प्राप्त किए गए थे और पूर्ण स्पाइनल लोडिंग परिमाण के बजाय विषय के भीतर सापेक्ष परिवर्तनों का प्रतिनिधित्व करते हैं। फिर भी, ढलान में कमी से संकेत मिलता है कि निर्धारित अनलोडिंग अंतराल विस्तारित बैठे कार्य चक्रों के दौरान संचयी कतरनी एक्सपोज़र पैटर्न को प्रभावित कर सकता है।

ये निष्कर्ष रीढ़ की हड्डी की चोट के संचयी लोडिंग मॉडल के साथ संरेखित होते हैं, जो ऊतक अध: पतन में तीव्र अधिभार के बजाय बार-बार उप-विफलता लोडिंग की भूमिका पर जोर देते हैं [3-5]। इसलिए भार संचय के प्रक्षेप पथ को संशोधित करना बड़े निरपेक्ष भार कटौती की अनुपस्थिति में भी चिकित्सकीय रूप से सार्थक हो सकता है।

चित्र 8. प्रस्तावित यंत्रवत मॉडल यह दर्शाता है कि कैसे अनुसूचित आंतरायिक संपीड़न-डीकंप्रेसन थेरेपी लंबे समय तक व्यावसायिक बैठने के दौरान संचयी काठ कतरनी प्रवर्धन को कम करती है।

बायां (नियंत्रण मार्ग): निरंतर स्थैतिक भार विस्कोइलास्टिक रेंगता है → कम निष्क्रिय कठोरता → न्यूरोमस्कुलर मांग में वृद्धि → पैरास्पाइनल थकान → L5/S1 पर प्रगतिशील कतरनी प्रवर्धन।

दाएँ (हस्तक्षेप मार्ग): समय-समय पर 15-20 मिनट के अनलोडिंग सत्र रेंगना बाधित करते हैं, लिगामेंटस कठोरता को बहाल करते हैं, न्यूरोमस्कुलर रिकवरी की अनुमति देते हैं, और 30-दिवसीय कतरनी ढलान को समतल करते हैं (18% की कमी देखी गई)। लाल तीर = बिगड़ता चक्र; हरा तीर = चिकित्सा का सुरक्षात्मक प्रभाव।

न्यूरोमस्कुलर थकान और रिकवरी

ईएमजी माध्य आवृत्ति गिरावट ढलान का क्षीणन हस्तक्षेप चरण के दौरान न्यूरोमस्कुलर थकान की प्रगति में कमी का सुझाव देता है। माध्य आवृत्ति गिरावट को आमतौर पर प्रतिबिंबित बदलावों के रूप में समझा जाता है

मोटर यूनिट भर्ती और थकान संचय में। जबकि प्रत्यक्ष न्यूरोफिज़ियोलॉजिकल तंत्र को मापा नहीं गया था, निष्कर्ष इस परिकल्पना के अनुरूप हैं कि आवधिक डीकंप्रेसन लंबे समय तक स्थिर जोखिम के भीतर क्षणिक न्यूरोमस्कुलर रिकवरी की अनुमति देता है।

विशेष रूप से, आरएमएस आयाम स्थितियों के बीच महत्वपूर्ण रूप से भिन्न नहीं था, यह दर्शाता है कि हस्तक्षेप ने बेसलाइन सक्रियण परिमाण के बजाय थकान की गतिशीलता को प्रभावित किया है। यह अंतर इस व्याख्या का समर्थन करता है कि डीकंप्रेसन मांसपेशियों की मांग को आराम देने के बजाय संचयी न्यूरोमस्कुलर तनाव को बदल सकता है।

मल्टीफ़िडस मोटाई व्याख्या

हस्तक्षेप अवधि के बाद मल्टीफ़िडस मोटाई में एक छोटी लेकिन सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण वृद्धि देखी गई। हालाँकि, परिवर्तन की भयावहता स्थापित न्यूनतम पता लगाने योग्य परिवर्तन सीमा के करीब थी। तदनुसार, देखे गए अंतर की सावधानीपूर्वक व्याख्या की जानी चाहिए। यह 30-दिन की अवधि के भीतर संरचनात्मक अतिवृद्धि के बजाय अल्पकालिक न्यूरोमस्कुलर भर्ती सामान्यीकरण या क्षणिक द्रव बदलाव को प्रतिबिंबित कर सकता है।

एक्सपोज़र की अपेक्षाकृत कम अवधि को देखते हुए, रूपात्मक अनुकूलन का निश्चित रूप से निष्कर्ष नहीं निकाला जा सकता है। लंबी अनुवर्ती अवधि और उन्नत इमेजिंग तौर-तरीकों को शामिल करते हुए भविष्य के काम में संरचनात्मक निहितार्थ स्पष्ट हो सकते हैं।

गतिशील स्थिरता और स्वायत्त पुनर्प्राप्ति

गड़बड़ी परीक्षण के दौरान बेहतर ट्रंक कठोरता मेट्रिक्स बार-बार डीकंप्रेसन एक्सपोज़र के बाद बढ़ी हुई गतिशील स्थिरीकरण क्षमता का सुझाव देते हैं। जबकि कठोरता की गणना व्यावसायिक कार्यों के बजाय नियंत्रित गड़बड़ी से ली गई थी, वे अप्रत्यक्ष सबूत प्रदान करते हैं कि न्यूरोमैकेनिकल प्रतिक्रिया संरचित अनलोडिंग अंतराल से प्रभावित हो सकती है। हृदय गति परिवर्तनशीलता के निष्कर्षों ने हस्तक्षेप चरण के दौरान बढ़े हुए आरएमएसएसडी मूल्यों का प्रदर्शन किया, जो बेहतर स्वायत्त पुनर्प्राप्ति पैटर्न के अनुरूप है। हालाँकि, व्यावसायिक आबादी में एचआरवी कई कारकों से प्रभावित होता है, जिसमें नींद की परिवर्तनशीलता, मनोवैज्ञानिक तनाव और कंपन जोखिम शामिल हैं। इसलिए, एचआरवी निष्कर्षों की व्याख्या सहायक के रूप में की जानी चाहिए, लेकिन प्रणालीगत पुनर्प्राप्ति मॉड्यूलेशन के निश्चित साक्ष्य के रूप में नहीं।

व्यावसायिक संदर्भ और संपूर्ण शरीर का कंपन

विमानन पायलट और लंबी दूरी के ड्राइवर दोनों लंबे समय तक कम आवृत्ति वाले पूरे शरीर के कंपन के संपर्क में रहते हैं। हालाँकि वर्तमान अध्ययन में कंपन परिमाण को सीधे तौर पर निर्धारित नहीं किया गया था, संचयी कंपन जोखिम को विस्कोइलास्टिक रेंगना और काठ कतरनी लोडिंग को बढ़ाने के लिए जाना जाता है। अनुसूचित डीकंप्रेसन निष्क्रिय ऊतक कठोरता विशेषताओं को बहाल करके कंपन से जुड़े संचयी तनाव को आंशिक रूप से कम कर सकता है, हालांकि यह अटकलबाजी बनी हुई है और प्रत्यक्ष जांच की आवश्यकता है।

नैदानिक और व्यावसायिक निहितार्थ

वर्तमान निष्कर्षों से पता चलता है कि संरचित डीकंप्रेसन अंतराल लंबे समय तक बैठे रहने वाले व्यवसायों के लिए एक व्यवहार्य व्यावसायिक प्रतिवाद का प्रतिनिधित्व कर सकता है। ध्यान केंद्रित करने के बजाय

विशेष रूप से एर्गोनोमिक सीट संशोधन पर, आवधिक सक्रिय अनलोडिंग कतरनी बलों और न्यूरोमस्कुलर थकान के समय-निर्भर संचय को संबोधित कर सकता है।

कार्यान्वयन रणनीतियों में विनियमित आराम अंतराल, उड़ान लेओवर, या परिवहन अनुपालन ब्रेक में एकीकृत अनुसूचित डीकंप्रेसन सत्र शामिल हो सकते हैं। हालाँकि, व्यावसायिक दिशानिर्देशों में अनुवाद के लिए बड़े और अधिक विविध समूहों में प्रतिकृति की आवश्यकता होती है।

सीमाएँ

कई सीमाएँ विचारणीय हैं। सबसे पहले, काठ कतरनी का अनुमान एक सरलीकृत अर्ध-स्थैतिक मॉडल का उपयोग करके लगाया गया था जिसमें मांसपेशी सह-संकुचन बल, इंट्रा-पेट दबाव, गतिशील ट्रंक त्वरण, या पूरे शरीर कंपन इनपुट शामिल नहीं थे। तदनुसार, कतरनी मान धनु विमान लोडिंग के मॉडल किए गए अनुमानों का प्रतिनिधित्व करते हैं।

दूसरा, नमूना आकार मामूली था और पुरुष समूह तक ही सीमित था, जिससे सामान्यीकरण सीमित था। तीसरा, 30-दिवसीय अवलोकन विंडो, जबकि कई पूर्व हस्तक्षेप अध्ययनों से अधिक लंबी है, दीर्घकालिक अनुकूली या अपक्षयी प्रक्षेपवक्र को पकड़ नहीं सकती है। चौथा, अनुपालन, हालांकि उच्च था, व्यावसायिक वातावरण में स्व-विनियमित था।

अंत में, जबकि क्रॉसओवर डिज़ाइन विषय-विषय परिवर्तनशीलता के बीच को कम करता है, बिना मापे गए व्यावसायिक तनाव और पर्यावरणीय कारकों ने परिणामों को प्रभावित किया हो सकता है।

भविष्य की दिशाएँ

भविष्य के अनुसंधान को शामिल करना चाहिए

- बड़े बहु-केंद्र समूह
- महिला प्रतिभागी
- पूरे शरीर के कंपन का प्रत्यक्ष माप
- डायनामिक इनवर्स-डायनामिक्स स्पाइनल मॉडलिंग
- लंबी अनुदैर्ध्य अनुवर्ती अवधि

इसके अतिरिक्त, इष्टतम डीकंप्रेसन आवृत्ति, अवधि और दबाव मापदंडों की जांच से यंत्रवत खुराक रणनीतियों को परिष्कृत किया जा सकता है।

6. निष्कर्ष

इस यादृच्छिक क्रॉसओवर पायलट अध्ययन में, अनुसूचित आंतरायिक संपीड़न-डीकंप्रेसन थेरेपी ने लंबे समय तक व्यावसायिक बैठने के 30 दिनों के दौरान संचयी काठ कतरनी प्रवर्धन की दर को कम कर दिया। हस्तक्षेप ने सामान्यीकृत L5/S1 कतरनी मूल्यों के प्रतिगमन ढलान को कम कर दिया, जिससे तीव्र भार में कमी के बजाय संचयी लोडिंग गतिशीलता के मॉड्यूलेशन का सुझाव मिला। माध्यमिक निष्कर्षों ने पैरास्पाइनल ईएमजी थकान की प्रगति में क्षीणन, गतिशील ट्रंक स्थिरता मेट्रिक्स में सुधार और बढ़ी हुई रिकवरी के अनुरूप एचआरवी पैटर्न का संकेत दिया। मल्टीफ़िडस मोटाई में परिवर्तन छोटे थे और न्यूनतम पता लगाने योग्य सीमा तक पहुंच गए थे, जिससे सतर्क व्याख्या की आवश्यकता थी।

सामूहिक रूप से, ये निष्कर्ष इस अवधारणा का समर्थन करते हैं कि संरचित डीकंप्रेसन अंतराल उच्च जोखिम वाले बैठे व्यवसायों में संचयी कतरनी जोखिम के लिए बायोमैकेनिकल रूप से सूचित प्रति उपाय के रूप में काम कर सकता है। दीर्घकालिक नैदानिक प्रासंगिकता की पुष्टि करने और व्यावसायिक कार्यान्वयन रणनीतियों को परिष्कृत करने के लिए गतिशील मॉडलिंग, कंपन मात्रा का ठहराव और लंबे समय तक अनुवर्ती को शामिल करने वाले बड़े पैमाने के अध्ययन की आवश्यकता होती है।

फंडिंग

इस अध्ययन को मूवमेंट मैकेनिक्स और बायोमैकेनिक्स रिसर्च के MMSx Authority Institute द्वारा समर्थित किया गया था।

हितों का टकराव

संपीड़न-डीकंप्रेसन उपकरण विकसित किया गया था और इसे MMSx Authority Institute (प्रमुख लेखक की संस्था) द्वारा प्रशासित किया जाता है। इस संस्थागत संबद्धता को पूर्वाग्रह के संभावित स्रोत के रूप में घोषित किया गया है। कोई बाहरी वाणिज्यिक फंडिंग प्राप्त नहीं हुई।

अनुपूरक चित्र S1. CONSORT 2010 क्रॉसओवर फ़्लो आरेख

अनुपूरक चित्र S1. CONSORT यादृच्छिक क्रॉसओवर पायलट अध्ययन के लिए 2010 प्रवाह आरेख (क्रॉसओवर परीक्षणों के लिए विस्तार)। सभी 25 प्रतिभागियों ने बिना किसी ड्रॉप-आउट के दोनों अवधि पूरी कीं।

संदर्भ

संदर्भ मूल अंग्रेज़ी में यथावत दिए गए हैं।

1. v Figures and Tables: Figure 1. Schematic overview of the randomized crossover pilot study design. Twenty-five healthy male participants (12 commercial aviation pilots, 13 long-haul truck drivers) completed both a 30-day intervention period (scheduled intermittent compression–decompression therapy) and a 30-day control period (usual occupational sitting) in randomized order, separated by a 4-week washout. Biomechanical and neuromuscular measurements were performed at baseline, day 15, and day 30 in each condition. All load variables were normalized per kg body mass. C-D = compression–decompression. Figure 2 (Primary Outcome – Recommended as Figure 1 or 2 in manuscript): Mean normalized L5/S1 shear trajectory over 30 days. Figure 3 (Shear Amplification Slopes – Bar Summary of Primary Outcome): Figure 4 (Secondary – EMG Fatigue Progression): Figure 5. Ultrasound-measured multifidus muscle thickness (L4–L5, resting B-mode) at baseline and day
2. Individual participant data (gray dots, n=25) and group means (thick lines/bars). A small but statistically significant increase occurred during the intervention period ($p < 0.05$), closely approaching the pre-established minimal detectable change (MDC) threshold of 0.15 cm. No meaningful change was observed in the control period. Error bars = SEM. Figure 6. Dynamic trunk stiffness and stability metrics obtained from standardized sagittal-plane mechanical perturbation testing. (A) Trunk stiffness coefficient (N·m/°). (B) Time-to-equilibrium following perturbation (s). Both metrics improved significantly during the 30-day intervention compared with control ($p < 0.05$ for each). Gray dots = individual data (n=25); bars = mean ± SEM. Figure 7. Pre-shift heart rate variability measured as RMSSD (ms) using Polar H10. The intervention produced a statistically significant increase in RMSSD compared with control ($p < 0.05$), consistent with improved autonomic (parasympathetic) recovery. Gray dots = individual participants (n=25); bars = mean ± SEM. (LF/HF ratio showed a favorable non-significant downward trend, $p = 0.07$, not shown.) Figure 8. Proposed mechanistic model illustrating how scheduled intermittent compression–decompression therapy attenuates cumulative lumbar shear amplification during prolonged occupational sitting. Left (control pathway): Sustained static load drives viscoelastic creep → reduced passive stiffness → increased neuromuscular demand → paraspinal fatigue

→ progressive shear amplification at L5/S1. Right (intervention pathway): Periodic 15–20 min unloading sessions interrupt creep, restore ligamentous stiffness, permit neuromuscular recovery, and flatten the 30-day shear slope (observed 18% reduction). Red arrows = worsening cycle; green arrows = protective effect of therapy. Tables: Table 1. Baseline Participant Characteristics Characteristic Value Total participants (n) Commercial aviation pilots (n) Long-haul truck drivers (n) Age (years) 41.2 ± 7.8 Body mass (kg) 82.4 ± 9.2 BMI (kg/m²) 26.1 ± 2.3 Occupational exposure (years) 8.4 ± 4.1 Daily seated hours (h/day) 11.7 ± 1.2 Baseline Oswestry Disability Index (0–100) 4.2 ± 3.1 (minimal disability) Table 1. Baseline participant characteristics (n = 25 healthy adult males). Values are mean ± SD unless otherwise indicated. No significant differences existed between sequence groups or between pilots and truck drivers. ODI = Oswestry Disability Index. Table 2. Primary and Secondary Outcomes at 30 Days Outcome Intervention Mean Difference Effect Size (Cohen's d) p-val ue L5/S1 shear amplification slope (N/kg/day) 0.050 ± 0.008 0.041 ± 0.007 –0.009 0.75 <0.01 EMG median frequency decline slope (Hz/assessment) –0.25 ± –0.15 ± 0.04 +0.10 0.80 Multifidus thickness change (cm at L4–L5) –0.02 ± 0.04 +0.16 ± 0.05 +0.18 0.55 Trunk stiffness coefficient (N·m/°) 2.78 ± 0.08 3.35 ± 0.12 +0.57 0.62 Time-to-equilibrium after perturbation (s) 1.45 ± 0.91 ± 0.04 – 0.54 0.68 RMSSD (ms) 41.2 ± 3.1 56.4 ± 4.2 +15.2 0.71 Table 2. Primary and secondary outcomes after 30 days of scheduled intermittent compression–decompression therapy versus control. All biomechanical variables normalized per kg body mass. Effect sizes (Cohen's d) and 95% confidence intervals are shown where applicable. MDC = minimal detectable change (0.15 cm for multifidus). RMSSD = root mean square of successive differences (heart-rate variability). Table 3. Time Course of Estimated Normalized L5/S1Shear Time Point Condition Estimated Normalized L5/S1 Shear (N/kg) 1.00 ± 0.00 1.75 ± 0.12 2.50 ± 0.18 Intervention 1.00 ± 0.00 Intervention 1.62 ± 0.10 Intervention 2.24 ± 0.15 Table 3. Time course of the primary outcome: normalized L5/S1 shear values (N/kg) across the 30-day period. Values are group mean ± SD. These raw time-point data were used to compute the linear regression slopes shown in Figure 2 (18% attenuation with intervention, $p < 0.01$). Baseline values were normalized to 1.00 for each participant/condition.

उद्धरण

कृपया मूल अंग्रेज़ी लेख का हवाला दें:

Mehta, N., Alfiero, C., Jain, K., Spetan, H., Estañán Martínez, J., Imen, A., & Mahajan, A. (2026). Scheduled Intermittent Compression-Decompression Therapy Attenuates Cumulative Lumbar Shear Amplification During Prolonged Occupational Sitting. *Journal of Movement Mechanics & Biomechanics Science*, *3*(1). https://doi.org/10.66078/jmmbs.v2i2.009

JMMBS — Journal of Movement Mechanics & Biomechanics Science · ISSN 3070-3662 (ऑनलाइन)
प्रकाशक: MMSx Authority Institute for Movement Mechanics & Biomechanics Research

यह अनुवाद मूल लेख के CC BY 4.0 लाइसेंस की शर्तों के अनुसार, मूल लेखकों और स्रोत के उचित श्रेय सहित, साझा किया गया है।

हिन्दी मुखपृष्ठ · संग्रह · सहकर्मी समीक्षा प्रक्रिया · सुधार और वापसी · English