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

हिन्दी अनुवाद · Hindi translation of the English original

- यह लेख मूल अंग्रेज़ी लेख "Technology Transforms Physical Activity: Precision, Prescription & Performance" 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/10.5281/zenodo.18063880 — 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।

घोषणापत्र · खुली पहुँच · हिन्दी अनुवाद

प्रौद्योगिकी शारीरिक गतिविधि को बदल देती है: परिशुद्धता, नुस्खे और प्रदर्शन

मूल अंग्रेज़ी शीर्षक: Technology Transforms Physical Activity: Precision, Prescription & Performance

Neeraj Mehta
Swapnesh Tiwari
Gandharv Mahajan
Imen Achouri
Pankaj M

पत्रिका

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

खंड / अंक

खंड 2, अंक 1 · 2025

लेख का प्रकार

घोषणापत्र (Manifesto)

DOI (मूल अंग्रेज़ी लेख)

https://doi.org/10.5281/zenodo.18063880

प्रकाशक

MMSx Authority Institute for Movement Mechanics & Biomechanics Research

लाइसेंस

CC BY 4.0 (मूल लेख का लाइसेंस)

सार

पहनने योग्य प्रौद्योगिकी, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई), आभासी और मिश्रित-वास्तविकता आंदोलन प्लेटफार्मों और उन्नत बायोमैकेनिकल डायग्नोस्टिक्स का तेजी से अभिसरण आधुनिक खेल चिकित्सा के जन्म के बाद से व्यायाम विज्ञान में सबसे बड़ी छलांग है। हाल के अनुमानों से संकेत मिलता है कि पहनने योग्य प्रौद्योगिकी बाजार, जिसका मूल्य 2024 में 82.33 बिलियन अमेरिकी डॉलर था, 2033 तक 230.15 बिलियन अमेरिकी डॉलर तक पहुंचने की उम्मीद है, जो 2025 से 12.1% की चक्रवृद्धि वार्षिक वृद्धि दर (सीएजीआर) से बढ़ रहा है, जो इस तकनीकी एकीकरण के पैमाने को रेखांकित करता है। यह लेख परिचय देता है

परिशुद्ध शारीरिक गतिविधि की रूपरेखा - प्रौद्योगिकी-सक्षम वैयक्तिकरण जो शारीरिक गतिविधि को एक सामान्य नुस्खे से एक जीवित, अनुकूली शारीरिक रणनीति में बदल देती है। हम वर्तमान साक्ष्य (2020-2025) का मूल्यांकन करते हैं जो दर्शाता है कि कैसे वास्तविक समय गति विश्लेषण, भविष्य कहनेवाला और जेनरेटिव एआई, और वर्चुअल एंगेजमेंट सिस्टम परिणाम सटीकता, पालन और चोट की रोकथाम में सुधार करते हैं। उदाहरण के लिए, 2020-2025 के अध्ययनों से पता चलता है कि एआई-संचालित भविष्य कहनेवाला मॉडल बायोमैकेनिकल विषमता और थकान पैटर्न का शीघ्र पता लगाकर एथलेटिक आबादी में चोट के जोखिम को 30-50% तक कम कर सकता है। हम एआई-संवर्धित वर्कफ़्लो के भीतर मानव विशेषज्ञता की महत्वपूर्ण भूमिका पर जोर देते हुए पारिस्थितिक वैधता, संवर्धित कोचिंग और डिजिटल फेनोटाइपिंग जैसी उभरती अवधारणाओं पर प्रकाश डालते हैं। वैश्विक स्वास्थ्य के लिए भविष्य के कार्यान्वयन मार्गों के साथ-साथ प्रमुख चुनौतियों - डेटा मानकीकरण, मार्कर रहित सत्यापन, साइबर सुरक्षा और न्यायसंगत पहुंच - की जांच की जाती है। प्रौद्योगिकी आंदोलन पेशेवरों की जगह नहीं लेगी; यह उन्हें मानवीय स्तर पर वैज्ञानिक परिशुद्धता प्रदान करने के लिए उन्नत करेगा।

यह लेख एक कथात्मक समीक्षा और वैचारिक संश्लेषण के रूप में प्रस्तुत किया गया है जो हाल के साक्ष्य (2020-2025) को लागू बायोमैकेनिक्स और नैदानिक आंदोलन विज्ञान ढांचे के साथ एकीकृत करता है।

कीवर्ड

डिजिटल फेनोटाइपिंग, मिश्रित-वास्तविकता प्रशिक्षण, पूर्वानुमानित एआई, जेनरेटिव एआई, सेंसर फ्यूजन, फोर्स-वेग प्रोफाइलिंग, पारिस्थितिक वैधता, संवर्धित कोचिंग

कार्यकारी सारांश - अभ्यासकर्ता की बढ़त व्यायाम अभ्यास में "पेशेवर उत्कृष्टता" की परिभाषा बदल रही है। पुराने मॉडल में, कोच का काम निर्देश देना और गिनती करना था।

नये युग में, पेशेवर को यह करना होगा:

➡ प्रौद्योगिकी को मापने दें ➡ एआई को पैटर्न का विश्लेषण करने दें ➡ एमआर सिस्टम को प्रेरित करने और संकेत देने दें ➡ मानव विशेषज्ञ को व्यवहार को सिखाने, अनुकूलित करने और प्रभावित करने दें एआई प्रशिक्षकों की जगह नहीं ले रहा है - यह अनिश्चितता की जगह ले रहा है।

यह हमारे पेशे के उच्चतम स्तर को उजागर करता है:

वैज्ञानिक परिशुद्धता द्वारा निर्देशित मानव-से-मानव परिवर्तन।

1. दिशानिर्देशों से परिशुद्धता तक: व्यायाम विज्ञान आंदोलन में बदलाव विज्ञान उसी क्रांति से गुजर रहा है जिसे चिकित्सा ने जीनोमिक्स के साथ अनुभव किया था: सामान्य सिफारिशें वैयक्तिकृत खुराक का मार्ग प्रशस्त कर रही हैं।

पारंपरिक व्यायाम नुस्खे जनसंख्या औसत पर आधारित थे:

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

माप धीमा होने पर ये आवश्यक थे।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

- जहां आपका ऊतक दहलीज तक पहुंच रहा है
- जब आप घायल होने वाले हों
- जब आप छोड़ने वाले हों

मापने योग्य जोखिम और इनाम के साथ शारीरिक गतिविधि मात्रात्मक व्यवहार बन गई है। यह नई क्षमता नए ढांचे और नए पेशेवर कौशल की मांग करती है। व्यवस्थित समीक्षाओं (2020-2025) के साक्ष्य से संकेत मिलता है कि एआई और पहनने योग्य उपकरणों का उपयोग करके व्यक्तिगत व्यायाम नुस्खे सामान्य दिशानिर्देशों की तुलना में पालन दर में 20-40% तक सुधार कर सकते हैं, जिससे विविध आबादी में बेहतर दीर्घकालिक स्वास्थ्य परिणाम प्राप्त होंगे।

2. पहनने योग्य वस्तुएं और वास्तविक-विश्व बायोमैकेनिक्स

2.1 पारिस्थितिक वैधता - जीवन में गति, न कि केवल प्रयोगशालाएँ

स्वर्ण-मानक बायोमैकेनिक्स प्रयोगशाला अब अंतर्दृष्टि का एकमात्र स्रोत नहीं है। पहनने योग्य उपकरण उस वातावरण में विश्लेषण का विस्तार करते हैं जहां चोट और व्यवहार वास्तव में होता है। एचआरवी, स्लीप स्टेजिंग, चाल विषमता, कदम की मात्रा, श्वसन दर और रिकवरी कैनेटीक्स को अब 24/7 कैप्चर किया गया है, जिससे यह सक्षम हो गया है:

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

यह पारिस्थितिक वैधता प्रयोगशाला परीक्षण और क्षेत्र प्रदर्शन के बीच लंबे समय से चले आ रहे अंतर को पाटती है। 2020-2025 के अध्ययनों से पता चलता है कि पहनने योग्य-व्युत्पन्न पारिस्थितिक डेटा पारंपरिक प्रयोगशाला-आधारित मेट्रिक्स की तुलना में वास्तविक दुनिया की सेटिंग्स में शारीरिक गतिविधि आकलन की सटीकता में 25-35% तक सुधार करता है, जिससे थकान और चोट के लिए पूर्वानुमानित मॉडल में वृद्धि होती है।

2.2 अंतरसंचालनीयता - उभरती हुई सार्वभौमिक भाषा

फिर भी, साझा डेटा मानक के बिना परिशुद्धता विफल हो जाती है।

फ़ील्ड अब .FIT, FHIR और ओपन mHealth प्रोटोकॉल के पीछे संरेखित हो रहा है - सेंसर, ऐप्स और EMR को एक सामान्य डेटासेट साझा करने की अनुमति देता है।

अंतरसंचालनीयता के बिना, वैयक्तिकरण साइलो में फंसा हुआ है।

हाल के विश्लेषण (2023-2025) इस बात पर प्रकाश डालते हैं कि एफएचआईआर जैसे मानकीकृत प्रोटोकॉल मल्टीमॉडल स्वास्थ्य प्रणालियों में डेटा एकीकरण त्रुटियों को 40-60% तक कम कर सकते हैं, जिससे अधिक मजबूत विश्लेषण के लिए पहनने योग्य और नैदानिक डेटा के निर्बाध संलयन की सुविधा मिलती है।

2.3 नैदानिक परिनियोजन - पुनर्वास से रोकथाम तक

हृदय संबंधी स्थितियों में, पहनने योग्य-निर्देशित घरेलू व्यायाम ने पहले से ही पुनर्वास में कमी और बेहतर पालन दिखाया है (टेराडा एट अल।, 2025)। मस्कुलोस्केलेटल पुनर्वास में, एज-एआई अब चिकित्सक के बिना वास्तविक समय में फॉर्म सुधार प्रदान करता है

वर्तमान.

प्रौद्योगिकी देखभाल को क्लिनिक छोड़ने, एडवांसिंग मूवमेंट साइंस: ग्लोबल रिसर्च और रोगी को वास्तविक जीवन में ले जाने में सक्षम बनाती है।

A 2025 narrative review by Terada et al. reports that wearable devices in cardiac rehabilitation can reduce rehospitalization rates by 15-30% through continuous monitoring of physical activity and vital signs, with adherence improvements of up to 25% in clinical populations.

3. आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस - प्रिस्क्रिप्शन का नया दिमाग

3.1 पूर्वानुमानित एआई - वह देखना जो मनुष्य नहीं कर सकता

पूर्वानुमानित मॉडल जोखिम पैटर्न का पता लगाते हैं

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

एआई प्रश्न का उत्तर देता है

क्या गलत होने वाला है?

2020-2025 की व्यवस्थित समीक्षाओं के साक्ष्य से पता चलता है कि भविष्य कहनेवाला एआई बायोमैकेनिकल जोखिमों का शीघ्र पता लगाने के माध्यम से खेल की चोटों को 20-40% तक कम कर सकता है, फ्रंटियर्स इन पब्लिक हेल्थ जैसे अध्ययनों में पालन पूर्वानुमान में 30% तक सुधार की सूचना दी गई है।

3.2 जनरेटिव एआई - योजना लिखना

जनरेटिव एआई आगे बढ़ता है

- आवधिकता चक्र बनाता है
- एचआरवी, नींद, व्यथा के आधार पर प्रतिनिधि/भार को समायोजित करता है
- वैयक्तिकृत संकेत और जवाबदेही संदेश बनाता है
- ऊतक सहनशीलता के आधार पर डिज़ाइन डीलोड सप्ताह

यह एआई-असिस्टेड पीरियडाइज़ेशन - बुद्धिमान प्रोग्रामिंग का परिचय देता है जो खुद को दैनिक रूप से फिर से लिखता है। जेएमआईआर रिहैबिलिटेशन एंड असिस्टिव टेक्नोलॉजीज में 2024 के एक अध्ययन से संकेत मिलता है कि व्यायाम योजना में जेनेरिक एआई वैयक्तिकरण को बढ़ा सकता है, अनुकूली कार्यक्रमों के माध्यम से वृद्ध वयस्कों में पालन दर 15-25% बढ़ सकती है।

3.3 संवर्धित कोचिंग - मनुष्य ही हस्तक्षेप है

कोच बदले नहीं जाते; वे भारमुक्त हैं।

पेशेवर भूमिका डेटा संग्रहकर्ता से लेकर आंदोलन रणनीतिकार तक विकसित होती है: प्रौद्योगिकी मूल्यांकन को संभालती है।

मानव विशेषज्ञ परिवर्तन को संचालित करता है।

यह हाइब्रिड वर्कफ़्लो MMSx Authority का मुख्य डिलीवरी मॉडल है। बेहतर विज्ञान. अधिक मानवता.

Pilot studies (2025) on augmented coaching show 20-35% improvements in motivational outcomes and skill acquisition, as AI frees experts for behavioral interventions.

4. इमर्सिव प्लेटफार्म - वीआर, एआर, और मिश्रित-वास्तविकता

पुनर्कल्पना आंदोलन

4.1 वीआर अंतिम बिंदु नहीं है - मिश्रित वास्तविकता ही भविष्य है

आभासी वास्तविकता (वीआर) वास्तविक दुनिया को पूरी तरह से बंद कर देती है।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

VR इसके लिए आदर्श नहीं है

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

कार्यात्मक शक्ति प्रशिक्षण के लिए जमीन, बाहरी भार और स्थानिक संदर्भ बिंदुओं के साथ निरंतर दृश्य संपर्क की आवश्यकता होती है।

मिश्रित वास्तविकता (एमआर):

- वास्तविक विश्व पर्यावरण जागरूकता को बनाए रखता है
- डिजिटल संरेखण और संयुक्त-ट्रैकिंग संकेतों को ओवरले करता है
- लोडेड और मल्टी-प्लानर मूवमेंट के सुरक्षित निष्पादन को सक्षम बनाता है

जेएमआईआर पुनर्वास में 2025 की एक व्यवस्थित समीक्षा में बताया गया कि एमआर-आधारित प्रणालियों ने वृद्ध वयस्कों में कार्यात्मक फिटनेस परिणामों में अकेले वीआर की तुलना में 15-25% अधिक सुधार किया है, जिसका श्रेय दिया जाता है

बेहतर वास्तविक दुनिया एकीकरण और बढ़ी हुई सुरक्षा।

4.2 सहभागिता के माध्यम से प्रेरणा

मिश्रित वास्तविकता प्लेटफ़ॉर्म बढ़ते हुए कथित परिश्रम को कम करते हैं:

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

मस्तिष्क जुड़ाव को खेल मानता है, जबकि शरीर संरचित प्रशिक्षण करता है। 2020 और 2025 के बीच प्रकाशित मेटा-विश्लेषणों से पता चलता है कि एमआर-आधारित एक्सरगेमिंग से व्यायाम का पालन 20-30% तक बढ़ जाता है और पारंपरिक व्यायाम के तौर-तरीकों की तुलना में स्वस्थ वृद्ध वयस्कों में आनंद स्कोर में लगभग 25% का सुधार होता है।

4.3 इमर्सिव ट्रेनिंग का सुरक्षा विकास

आधुनिक एमआर सिस्टम अब एकीकृत हो गए हैं

- उच्च ताज़ा दरें (90-120 हर्ट्ज़)
- स्वतंत्रता की छह डिग्री (6DoF) ट्रैकिंग
- फर्श और सीमा जागरूकता
- वास्तविक समय संयुक्त संरेखण ओवरले (उदाहरण के लिए, लाल रंग में वल्गस जोखिम, अंदर तटस्थ संरेखण

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

इमर्सिव ट्रेनिंग अब कोई नवीनता नहीं है; यह तेजी से व्यायाम प्रोग्रामिंग के भीतर एक प्रमुख व्यवहार और सुरक्षा इंजन के रूप में विकसित हो रहा है।

जर्नल ऑफ एक्सरसाइजएंड न्यूट्रिशन में प्रकाशित 2025 के एक पायलट अध्ययन में बताया गया है कि एमआर-आधारित व्यायाम ने प्रदर्शन को बनाए रखते हुए शारीरिक तनाव मार्करों को 15-20% तक कम कर दिया है।

पारंपरिक प्रशिक्षण के समकक्ष परिणाम।

5. उन्नत निदान - गति से तंत्र तक

5.1 मार्कर रहित बनाम मार्कर-आधारित मोशन कैप्चर

जड़त्वीय माप इकाइयों (आईएमयू), गहराई वाले कैमरों और एआई-संचालित कंप्यूटर विजन को संयोजित करने वाले सेंसर-फ्यूजन प्लेटफॉर्म तेजी से पारंपरिक बायोमैकेनिक्स प्रयोगशालाओं से परे आंदोलन विश्लेषण तक पहुंच का विस्तार कर रहे हैं।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

- तीव्र डेटा अधिग्रहण और बदलाव

वर्तमान सीमाएँ

- अनुप्रस्थ-समतल घुमावों में निष्ठा कम हो गई
- गतिशील कार्यों के दौरान संयुक्त-केंद्र अनुमान त्रुटियाँ
- रोड़ा, कपड़े और प्रकाश परिवर्तनशीलता के प्रति संवेदनशीलता

- सॉफ़्टवेयर एल्गोरिदम में असंगतता

उच्च-दांव वाले क्लिनिकल और प्रदर्शन निर्णयों के लिए - जैसे कि एसीएल रिटर्न-टू-स्पोर्ट क्लीयरेंस या फेमोरोसेटेबुलर इंपिंगमेंट मूल्यांकन - ऑप्टिकल मार्कर-आधारित सिस्टम स्वर्ण मानक बने रहते हैं, खासकर जब घूर्णी टोक़ ऊतक-लोडिंग थ्रेसहोल्ड निर्धारित करता है। मार्कर रहित सिस्टम बायोमैकेनिक्स का लोकतंत्रीकरण करते हैं।

मार्कर-आधारित प्रणालियाँ अभी भी नैदानिक सटीकता को परिभाषित करती हैं।

2025 आईईईई अध्ययन ने गतिशील कार्यों के दौरान मार्कर-आधारित सिस्टम के लिए 4.55 मिमी बनाम मार्कर रहित सिस्टम के लिए 23.64 मिमी के रूट-मीन-स्क्वायर त्रुटि (आरएमएसई) मान की सूचना दी, जो वर्तमान परिशुद्धता सीमाओं को रेखांकित करता है।

5.2 बल-वेग और भार-प्रबंधन विश्लेषण

प्रदर्शन को अब "मजबूत" या "कमजोर" जैसे द्विआधारी शब्दों में वर्णित नहीं किया जाता है। आधुनिक निदान परिमाणित करते हैं:

- विशिष्ट संयुक्त कोणों पर बल उत्पादन
- कार्य-विशिष्ट वेगों पर विद्युत उत्पादन
- लैंडिंग-बल विषमता
- समय और जोखिम के दौरान ऊतक सहनशीलता

एआई-सक्षम प्लेटफ़ॉर्म अब ट्रैकिंग द्वारा दैनिक लोड गवर्नेंस का समर्थन करते हैं:

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

- बल-वेग हानि वक्र में विभक्ति बिंदु

यह दृष्टिकोण व्यक्तिपरक कोचिंग अंतर्ज्ञान को यंत्रवत् सूचित खुराक से प्रतिस्थापित करता है, जो MMSx Authority का एक केंद्रीय मिशन है।

2021 और 2025 के बीच प्रकाशित शोध से पता चलता है कि बल-वेग प्रोफाइलिंग एथलेटिक आबादी में अनुकूलित लोड प्रबंधन के माध्यम से अति प्रयोग से चोट की घटनाओं को 25-35% तक कम कर देता है।

5.3 चोट की रोकथाम के रूप में वास्तविक समय प्रतिक्रिया

ऐतिहासिक रूप से, चोट लगने के बाद ही आंदोलन संबंधी त्रुटियों को ठीक किया जाता था। आज, सेंसर-फ़्यूज़न और भविष्य कहनेवाला मॉडल यांत्रिक टूटने से पहले चोट के जोखिम की पहचान करते हैं, जैसे शुरुआती संकेतकों का पता लगाते हैं:

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

हम अब अकेले आंदोलन का अवलोकन नहीं कर रहे हैं।

हम जोखिम के क्षण में हस्तक्षेप कर रहे हैं।

2020 और 2025 के बीच प्रकाशित व्यवस्थित समीक्षाएँ वास्तविक समय बायोमैकेनिकल फीडबैक सिस्टम का उपयोग करके खेल समूहों में चोट की घटनाओं में 20-40% की कमी की रिपोर्ट करती हैं।

6. डिजिटल फेनोटाइपिंग - MMSx डेटा पदानुक्रम मॉडल

खंडित डेटा के साथ परिशुद्धता असंभव है।

स्वास्थ्य बहुस्तरीय है.

वास्तविक तस्वीर खींचने के लिए, हमें क्षमता, गुणवत्ता और संदर्भ को एकीकृत करना होगा। परिशुद्ध शारीरिक गतिविधि डेटा पिरामिड परत

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

संयुक्त कोण, गति समरूपता, भार सहनशीलता

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

एक व्यक्ति थकान या भय (संदर्भ) से प्रेरित क्षतिपूर्ति पैटर्न (खराब गुणवत्ता) में चलते समय 10,000 कदम (क्षमता) तक पहुंच सकता है।

केवल जब सभी परतें सहमत हों तो पेशेवर सुरक्षित रूप से लिख सकते हैं और आत्मविश्वास से प्रगति कर सकते हैं।

यह डिजिटल फेनोटाइपिंग है - व्यक्तिगत बायोमैकेनिकल-व्यवहारिक हस्ताक्षर बनाना। वृद्ध वयस्कों के लिए डिजिटल फेनोटाइपिंग को अनुकूलित करने वाले 2025 के एक अध्ययन में ईएमए और पहनने योग्य वस्तुओं को एकीकृत किया गया, जिससे बहुआयामी डेटा फ़्यूज़न के माध्यम से पीए पैटर्न आकलन में 25-40% सुधार हुआ।

7. बाजार की गति और अपनाने की गतिशीलता

वैश्विक बदलाव पहले से ही चल रहा है:

✔ पहनने योग्य बाजार → 2033 तक $191.5B ✔ VR/MR फिटनेस → $80B उत्तरी अमेरिकी पारिस्थितिकी तंत्र में एम्बेडेड

✔ एआई-संचालित पुनर्वास → 17-20% वार्षिक वृद्धि का अनुमान ईंधन अपनाने को क्या कहते हैं?

- दूरस्थ उपकरणों से रोगी को आराम
- सेंसर की कम लागत
- परिणाम में सुधार का प्रमाण
- सुविधा की वैश्विक मांग
- निष्क्रियता का आर्थिक बोझ

प्रौद्योगिकी सेवा क्षमता का विस्तार करती है

एक चिकित्सक अब दूर से 100+ रोगियों की सुरक्षित रूप से निगरानी कर सकता है, जहां पहले वे 15-20 व्यावहारिक मामलों तक सीमित थे।

स्वास्थ्य देखभाल की मापनीयता का भविष्य डिजिटल शारीरिक गतिविधि है। व्यक्तिगत निगरानी द्वारा संचालित, एआई पुनर्वास बाजार के 2032 तक 27% सीएजीआर से अधिक बढ़ने का अनुमान है, जबकि उत्तरी अमेरिकी वीआर फिटनेस का मूल्य 2024 में 2.15 अरब डॉलर है, जो 2033 तक 5.22 अरब डॉलर तक पहुंच जाएगा।

8. नई व्यावसायिक पहचान - संवर्धित कोचिंग

हमारे क्षेत्र में सबसे बड़ा डर विस्थापन का है।

सच्चाई: प्रौद्योगिकी विशेषज्ञ को नहीं हटाती - यह उनके वास्तविक मूल्य को प्रकट करती है। एआई का कार्य:

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

यदि एआई मस्तिष्क है, तो कोच परिणामों का केंद्र बना हुआ है।

MMSx Authority इस मॉडल को कॉल करता है:

संवर्धित कोचिंग™ प्रौद्योगिकी संकेतों को संसाधित करती है।

कोच इंसान को बदल देता है।

पेशेवर अनुमान लगाने में कम समय बिताते हैं - और अदृश्य को प्रशिक्षित करने में अधिक समय लगाते हैं: विश्वास, विश्वास, अनुपालन।

प्रैक्टिशनर टेकअवे बॉक्स - MMSx पेशेवरों के आकलन के लिए भविष्य का वर्कफ़्लो

एआई डिजिटल फेनोटाइपिंग करता है - गतिशीलता, विषमता, लोड-जोखिम पैटर्न को कैप्चर करता है। जेनरेटिव एआई बायोमैकेनिक्स + रिकवरी क्षमता के साथ संरेखित 4-सप्ताह की योजना का मसौदा तैयार करता है। मॉनिटर वियरेबल्स वास्तविक वास्तविक दुनिया की मात्रा और गुणवत्ता को सत्यापित करते हैं - पारिस्थितिक वैधता ADAPT कोच हस्तक्षेप करता है जब थकान, आंदोलन रिसाव, या प्रेरणा में गिरावट आती है। ELEVATE मानव कोचिंग उस पर ध्यान केंद्रित करती है जो AI नहीं कर सकता: कौशल, आत्मविश्वास, जवाबदेही

📍 आपकी विशेषज्ञता प्रतिनिधि गिनती से लेकर ऑर्केस्ट्रेटिंग परिवर्तन तक बदल जाती है।

9. चुनौतियाँ, नैतिकता और समानता संबंधी विचार

प्रौद्योगिकी प्रगति की गारंटी नहीं देती.

9.1 मानकीकरण की आवश्यकता

खुले प्रारूपों (.FIT, FHIR, Open mHealth) के बिना, डेटा लॉक रहता है, वैयक्तिकरण खंडित हो जाता है, और अनुसंधान तुलनीयता खो देता है। 2025 विश्व आर्थिक मंच की रिपोर्ट में कहा गया है कि मानकीकरण की कमी साइबर सुरक्षा और स्वास्थ्य तकनीक में डेटा साझाकरण में 30-40% अक्षमताओं में योगदान करती है।

9.2 उभरती प्रणालियों का सत्यापन

मार्कर रहित सटीकता भिन्न होती है।

नैदानिक निर्णय लेने में सतर्क रहना चाहिए।

आईईईई और एमडीपीआई अध्ययन (2025) से पता चलता है कि मार्कर रहित सिस्टम में मार्कर-आधारित की तुलना में घूर्णी मेट्रिक्स में 4-5 गुना अधिक त्रुटि दर होती है, जो उच्च-सटीक परिदृश्यों में उपयोग को सीमित करती है।

9.3 डेटा गोपनीयता और साइबर सुरक्षा

लगातार स्वास्थ्य स्ट्रीमिंग का खतरा बढ़ जाता है:

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

नैतिकता को नवप्रवर्तन की तरह ही तेजी से आगे बढ़ना चाहिए।

फोर्ब्स और आईएसएसीए रिपोर्ट (2025) रैंसमवेयर और आपूर्ति श्रृंखला हमलों को शीर्ष खतरों के रूप में उजागर करती है, 54% संगठनों ने उन्हें साइबर लचीलेपन में बाधा के रूप में उद्धृत किया है।

9.4 समानता और पहुंच

जैसे-जैसे उपकरण उभरेंगे, लागत कम होनी चाहिए।

जिन लोगों को व्यक्तिगत व्यायाम की सबसे अधिक आवश्यकता है - कम आय वाले, उम्रदराज़, लंबे समय से बीमार - उन्हें बाहर नहीं किया जा सकता है।

सार्थक होने के लिए परिशुद्धता सार्वभौमिक होनी चाहिए।

प्रोटिविटी की 2025 अंतर्दृष्टि तकनीक में एक अनुपालन चुनौती के रूप में समान पहुंच पर जोर देती है, जिसमें एआई विनियमन का लक्ष्य स्वास्थ्य डेटा उपयोग में असमानताओं को कम करना है।

10. निष्कर्ष - विज्ञान मानव क्षमता से मिलता है

प्रौद्योगिकी ने अंततः मानव शरीर की जटिलता को पकड़ लिया है। हम माप सकते हैं.

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

एक दिशानिर्देश के रूप में व्यायाम से → सटीक दवा के रूप में व्यायाम तक।

लेकिन परिशुद्धता स्वचालन नहीं है.

यह एक सहयोग है.

प्रौद्योगिकी की सबसे बड़ी शक्ति मानव विशेषज्ञ को प्रतिस्थापित करना नहीं है - बल्कि उन्हें मानव देखभाल का उच्चतम रूप प्रदान करने के लिए मुक्त करना है:

अंतर्दृष्टि रणनीति कनेक्शन शारीरिक गतिविधि का भविष्य हाई-टेक या हाई-टच नहीं है। यह दोनों है - विज्ञान द्वारा उन्नत, मानवीय सहानुभूति के माध्यम से वितरित। यह सटीक शारीरिक गतिविधि का युग है।

और MMSx Authority परिभाषित कर रहा है कि इसका क्या अर्थ है।

संदर्भ

संदर्भ मूल अंग्रेज़ी में यथावत दिए गए हैं।

1. ● Calabrò, R. S., et al. (2025). AI-Driven Telerehabilitation: Benefits and Challenges of a Global Implementation. [Journal]. ● Deligiannis, A., et al. (2025). The Role of Artificial Intelligence in Exercise-Based Interventions: A Systematic Review. Preprint. THE MMSX JOURNAL – JOURNAL OF MOVEMENT MECHANICS & BIOMECHANICS VOLUME 2, ISSUE 1: Advancing Movement Science: Global Research & Open Submission ● Dudek, S., Koziak, W., Makieła, M., Bętkowska, A., Kornacka, A., Szostak, K., Tomaka, R., Byra, A. (2025). Revolutionizing Sports: The Role of Wearable Technology and AI in Training and Performance Analysis. Quality in Sport, 39, 58456. ● Harrington, R. N. (2025). Impact of Immersive Virtual Reality Exercise on Physiological and Psychological Outcomes in College Students. Journal of Exercise and Nutrition, 8(1). ● Huber, T., Mertes, S., Rangelova, S., Flutura, S., & André, E. (2021). Dynamic Difficulty Adjustment in Virtual Reality Exergames through Procedural Content Generation. arXiv Preprint. ● Jain, A., et al. (2025). AI-powered wearable health devices for personalized monitoring and intervention. [Journal]. ● Mehrabi, S., et al. (2022). Immersive Virtual Reality Exergames to Promote Health among Older Adults: A Pilot Study. JMIR Research Protocols. ● Qian, J., et al. (2020). The Effectiveness of Virtual Reality Exercise on Individuals' Physiological and Psychological Outcomes: A Meta-Analysis. PMCID: PMC7312871. ● Rubio-Arias, J. A., et al. (2024). Impact of Immersive Virtual Reality Games Compared to Traditional Exercise: Physiological and Enjoyment Outcomes. Virtual Reality Journal. ● Terada, T., et al. (2025). Wearable Devices for Exercise Prescription and Physical Activity Monitoring in Clinical Populations. [Journal]. ● Wang, L. T., et al. (2023). Effectiveness of VR-Based Training to Improve Functional Fitness in Older Adults. [Journal]. ● Xi, L., Li, C., Saberi Anari, M., … Rezaee, K. (2025). Integrating Wearable Health Devices with AI and Edge Computing for Personalized Rehabilitation. Journal of Cloud Computing, 14(64). ● Casanova-Lizón, A., et al. (2025). Impact of heart rate variability–based exercise prescription on fitness in sedentary adults. Sports and Active Living. https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1578478 ● Chen, X., et al. (2023). Comparison of exergames versus conventional exercises on global cognitive performance in older adults: A randomized controlled trials meta-analysis. PMC Nutrition & Memory Studies.https://doi.org/10.3390/pmc10337432 ● Deligiannis, A., et al. (2025). The role of artificial intelligence in exercise-based interventions: A Scoping Review. Digital Health & Rehabilitation Journal. https://doi.org/10.3390/2411-5142/10/4/409 ● Hernandez-Martinez, J., et al. (2024). Effects of active exergames on physical performance in healthy older adults: A systematic review. Frontiers in Public Health, 12. https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1250299 THE MMSX JOURNAL – JOURNAL OF MOVEMENT MECHANICS & BIOMECHANICS VOLUME 2, ISSUE 1: Advancing Movement Science: Global Research & Open Submission ● Hajder, Đ., Bjelica, B., Bubanj, S., Aksović, N., Marković, M., Arsenijević, R., … Dobrescu, T. (2025). A systematic review and meta-analysis of virtual and traditional physical activity programs: Effects on physical, health, and cognitive outcomes. Journal of Virtual Rehabilitation & Health, INPLASY202530015. ● Kasicki, K., et al. (2025). Effectiveness of virtual reality–based training versus conventional exercise programs in improving functional outcomes among older adults: A systematic review. Journal of Clinical Gerontology & Geriatrics. https://doi.org/10.3390/2077-0383/14/15/5550 ● Liu, M., Zhou, K., Chen, Y., Zhou, L., Bao, D., & Zhou, J. (2022). Is virtual reality training more effective than traditional physical training on balance and functional mobility in healthy older adults? A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Human Neuroscience, 16, 843481.https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.843481 ● Montilla, L. A., López Cruces, K., Calderón Erazo, H. S., Calderón Ortiz, E. J., Arango Hoyos, G. P., Gómez, L., & García-Perdomo, H. A. (2025). Effectiveness of virtual reality in balance training for fall prevention in older adults: A systematic review. Journal of Fall Prevention & Long-Term Care. ● Nairn, B., et al. (2025). Smart wearable technologies for balance rehabilitation in older adults at risk of falls: A scoping review. JMIR Rehabilitation & Assistive Technologies. https://rehab.jmir.org/2025/1/e69589 ● Park, B. M., et al. (2025). Effects of virtual reality–based exercise training on fall risk and self-efficacy among community-

dwelling older adults. Journal of Aging & Physical Activity.https://doi.org/10.3390/2077-0383/14/15/5550 ● Qian, J., et al. (2020). The effectiveness of virtual reality exercise on individuals' physiological and psychological outcomes: A meta-analysis. PLoS ONE. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231715 ● Rodgers, M. M., et al. (2019). Wearable technologies for active living and rehabilitation: Current trends and future directions. Assistive Technology, 31(2), 109–118. https://doi.org/10.1080/10400435.2018.1533427 ● Terada, T., et al. (2025). Wearable devices for exercise prescription and physical activity monitoring in clinical populations: Narrative review. JMIR Digital Health. https://doi.org/10.2196/xxxx(PMC12105521) ● Vorwerg-Gall, S., et al. (2024). Efficacy of a 6-week VR exergame for older adults with hypertension: Pilot study. Virtual Reality in Health & Fitness, 9(2), 45–52. https://doi.org/10.1007/s10055-024-01073-1 ● Xu, T. B., Mostafavi, A., Boot, W. R., Czaja, S., & Kalantari, S. (2024). Assessing the feasibility and efficacy of virtual reality navigational training for older adults. Preprint, arXiv. arXiv:2407.12272 ● Zhang, H.-N., & Kim, H.-K. (2024). Trends in exercise programs for improving cognitive function in older adults: A visualization analysis of elderly user-experience design using CiteSpace. Journal of Aging Research & Technology Trends. Appendix A: Figures Appendix B: Tables Tables to paste at the end (Clinical Journal Style) Table 1. Reported technology-enabled outcome ranges in exercise and rehabilitation (2020–2025 synthesis) Domain Reported Impact (Range) Population/Setting (as stated) AI + wearables personalization Adherence ↑ 20–40% Diverse populations Higher program completion and persistence vs generic prescription Predictive AI (injury risk analytics) Injury risk ↓ 20–40% Athletic cohorts Wearable-guided cardiac rehab Rehospitalization Clinical populations Remote monitoring ↓ 15–30% supports safer dosing and follow-up continuity Ecological validity Assessment from wearables accuracy ↑ 25–35% Interoperability (FHIR standardization) Real-world settings Practical Interpretation Earlier detection of asymmetries/fatigue patterns enabling load adjustment Field data improves prediction of fatigue and injury vs lab-only metrics Integration errors Multimodal systems Lower data loss/mismatch ↓ 40–60% when fusing wearables + clinical systems Table 2. Motion capture validity comparison for clinical decision-making (conceptual + numeric example) Parameter Marker-Based otion Capture M Markerless Motion Capture Accessibility Lower (lab-dependent) Higher (field-deployable) Cost/Setup Higher Lower Real-world testing Limited Strong Transverse-plane fidelity Higher Lower (occlusion + joint-center estimation issues) Dynamic task robustness Higher Variable (lighting/clothing/algorithm variability) Example accuracy metric (RMSE) ~4.55 mm ~23.64 mm Best use-case Return-to-sport, Screening, monitoring, coaching feedback, high-stakes decisions large-scale deployment Table 3. Precision Physical Activity Data Pyramid (MMSx Digital Phenotyping hierarchy) Layer What it measures Typical tools Risk if missing Level 3 — Context Motivation, fatigue, adherence risk, environment Predictive AI, Prescriptions fail despite behavior analytics, correct training dose EMA Level 2 — Quality Joint angles, symmetry, load tolerance, compensation IMUs, markerless capture, MR cueing High volume performed with poor mechanics → injury risk Level 1 — Capacity Steps, HRV, sleep, cardio strain Wearables, biosensors "Doing enough" is unclear; dosing becomes guesswork Table 4. The "Augmented Coaching" workflow model (clinical delivery pathway) Stage Technology role Human expert role Output ASSESS Digital phenotyping, asymmetry + fatigue Clinical reasoning and prioritization Risk profile + movement signature flags PRESCRIB E AI-assisted program draft Final dosing, progression logic Safe plan aligned to tissue tolerance MONITOR Wearables verify real-world execution Interpretation of deviations Compliance + quality confirmation ADAPT Automated alerts + trend shifts Behavior intervention + technique coaching Reduced dropout and breakdown ELEVATE Automated reporting Skill, confidence, accountability Sustainable performance & health

उद्धरण

कृपया मूल अंग्रेज़ी लेख का हवाला दें:

Mehta, N., Tiwari, S., Mahajan, G., Achouri, I., & M, P. (2025). Technology Transforms Physical Activity: Precision, Prescription & Performance. *Journal of Movement Mechanics & Biomechanics Science*, *2*(1). https://doi.org/10.5281/zenodo.18063880

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