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

हिन्दी अनुवाद · Hindi translation of the English original

- यह लेख मूल अंग्रेज़ी लेख "Wearable Assessment of Upper Limb Recovery After Stroke: From Movement Signals to Meaningful Endpoints" 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.2026.v3i2.021 — 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।

समीक्षा लेख | खुली पहुँच | हिन्दी अनुवाद

स्ट्रोक के बाद ऊपरी अंग की रिकवरी का पहनने योग्य मूल्यांकन: मूवमेंट सिग्नल से लेकर सार्थक समापन बिंदु तक

मूल अंग्रेज़ी शीर्षक: Wearable Assessment of Upper Limb Recovery After Stroke: From Movement Signals to Meaningful Endpoints

Sumit Chaudhary Khobey
Strength & Conditioning Department, BodyGNTX Rehab Institute, USA

Gergely Bíró
Sport Analytics, University of Szeged, Hungary; Teacher of Physical Education

Sunita Malhotra
Clinical Research & Ethical Board Coordinator, MMSx Authority Institute, USA

Pankaj Mehta
Department of Exercise Science, GFFI Fitness Academy, USA

Josh Smith
Independent Researcher, Clinical Rehabilitation & Sports Biomechanics, Canada

पत्रिका

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

खंड / अंक

खंड 3, अंक 2 · 2026

लेख का प्रकार

समीक्षा लेख (Review Article)

DOI (मूल अंग्रेज़ी लेख)

https://doi.org/10.66078/jmmbs.2026.v3i2.021

प्राप्त

20 अक्टूबर 2026

स्वीकृत

10 नवंबर 2026

मूल लेख प्रकाशित

11 नवंबर 2026

प्रकाशक

MMSx Authority Institute for Movement Mechanics & Biomechanics Research

लाइसेंस

CC BY 4.0 (मूल लेख का लाइसेंस)

सार

पृष्ठभूमि: पहनने योग्य सेंसर क्लिनिक से परे ऊपरी अंग की गति को दर्शाते हैं, लेकिन गति की मात्रा, कार्यात्मक गतिविधि, मोटर बहाली और भागीदारी अलग-अलग परिणाम हैं। उद्देश्य: स्ट्रोक के बाद पहनने योग्य संकेतों को सार्थक परिणामों से जोड़ने वाली माप श्रृंखला का मूल्यांकन करना और समापन बिंदु विनिर्देश और सत्यापन के लिए एक रूपरेखा का प्रस्ताव करना। तरीके: लक्षित साहित्य पुनर्प्राप्ति और उद्धरण सत्यापन 10 नवंबर 2026 को पूरा किया गया। मूलभूत माप अध्ययन, प्राथमिक एक्सेलेरोमेट्री अनुसंधान, हाल के डिजिटल परिणाम अध्ययन और पद्धति संबंधी मार्गदर्शन को जानबूझकर चुना गया। साक्ष्य को निर्माण, संदर्भ, सेटिंग, प्रतिक्रिया और इच्छित उपयोग द्वारा व्यवस्थित किया गया था। कोई एकत्रित अनुमान या औपचारिक निश्चितता ग्रेड तैयार नहीं किए गए। संश्लेषण: द्विपक्षीय एक्सेलेरोमेट्री नैदानिक क्षमता परीक्षणों का पूरक है लेकिन अकेले सफल समझ, स्वैच्छिक योगदान या संयुक्त समन्वय की बहाली की पहचान नहीं कर सकता है। जब कम प्रभावित हाथ की गतिविधि में गिरावट आती है तो पार्श्वता अनुपात में सुधार हो सकता है। क्लासिफायर, ओरिएंटेशन मेट्रिक्स, फिंगर सेंसर और समग्र उपाय गतिविधि लेबल, जनसंख्या कवरेज और बाहरी सत्यापन में सीमाओं के साथ पूरक दृष्टिकोण प्रदान करते हैं। एक हालिया डिजिटल आर्म प्रदर्शन पैमाना आगे के विकास का समर्थन करता है; शक्ति विश्लेषण पर आधारित परीक्षण-दक्षता अनुमान रोगी लाभ या समापन बिंदु योग्यता स्थापित नहीं करते हैं। मापन त्रुटि, सार्थक परिवर्तन, अनुपलब्धता और प्रयोज्यता के लिए अलग-अलग मूल्यांकन की आवश्यकता होती है। निष्कर्ष: विश्वसनीय समापन बिंदुओं के लिए एक परिभाषित रोगी-प्रासंगिक निर्माण, प्रतिलिपि प्रस्तुत करने योग्य प्रसंस्करण, इच्छित सेटिंग में सत्यापन और परिवर्तन की एक पूर्वनिर्धारित व्याख्या की आवश्यकता होती है। पहनने योग्य प्रदर्शन उपायों को हानि, क्षमता और आंदोलन-रणनीति आकलन के साथ एकीकृत करना अधिक सटीक पुनर्वास अनुसंधान और निर्णय लेने का समर्थन करता है।

हाइलाइट

- आंदोलन की मात्रा, कार्यात्मक गतिविधि, मोटर बहाली और भागीदारी अलग-अलग निर्माण हैं जिनके लिए अलग-अलग साक्ष्य की आवश्यकता होती है।
- जब कम प्रभावित हाथ की गतिविधि गिरती है तो पार्श्वता अनुपात बढ़ सकता है; पूर्ण अंग मूल्यों को बरकरार रखा जाना चाहिए।

- क्लासिफायरियर सटीकता सत्यापन डिजाइन और गतिविधि व्यापकता पर निर्भर करती है; कभी-कभार उद्देश्यपूर्ण गतिविधि को आसानी से कम करके आंका जाता है।
- विश्वसनीय डिजिटल समापन बिंदुओं के लिए रोगी-प्रासंगिक निर्माण, लॉक्ड प्रोसेसिंग, एक अनुमान और परिवर्तन की एक पूर्व-निर्धारित व्याख्या की आवश्यकता होती है।

अंग्रेजी में प्रकाशित लेखों का पूरा विवरण, पंजीकरण के संस्करण का संदर्भ। एल रिज्यूमे, लॉस पुंटोस क्लेव, लॉस एन्काबेज़ाडोस वाई लॉस टिटुलोस डी फिगुरस वाई लॉस एस्टान डिस्पोनिबल्स एन लॉस कुआत्रो इडियोमास।
يُنشر النص الكامل للمقالة باللغة الإنجليزية، وهي لغة النسخة المسجّلة المرجعية. ويتوفر الملخص وأبرز النقاط والعناوين وعناوين الأشكال والجداول باللغات الأربع.
लेख का पूर्ण पाठ अंग्रेज़ी में प्रकाशित है, जो पंजीकृत संस्करण की संदर्भ भाषा है। सार, मुख्य बिंदु, शीर्षक तथा चित्रों और तालिकाओं के शीर्षक चारों भाषाओं में उपलब्ध हैं।
धारा 1

परिचय

स्ट्रोक के बाद ऊपरी अंगों का पुनर्वास उन बदलावों की तलाश करता है जो दैनिक जीवन में मायने रखते हैं: एक कप तक पहुंचना, कपड़ों का प्रबंधन करना, भोजन तैयार करना या मूल्यवान काम पर लौटना। एक व्यक्ति घर पर उस क्षमता का उपयोग किए बिना परीक्षा के दौरान कार्य करने की क्षमता पुनः प्राप्त कर सकता है। इसके विपरीत, सहायता, पर्यावरण अनुकूलन या एक प्रतिपूरक रणनीति पिछले आंदोलन पैटर्न को बहाल किए बिना स्वतंत्रता में सुधार कर सकती है। इसलिए मूल्यांकन के लिए स्पष्टता की आवश्यकता है कि क्या बदला और क्यों। हानि, मानकीकृत परिस्थितियों में कार्य प्रदर्शन और रोजमर्रा की गतिविधि के बीच अंतर नैदानिक व्याख्या के लिए मूलभूत है [1]।

पहनने योग्य सेंसिंग अवलोकन विंडो को मिनटों से दिनों तक बढ़ाती है और क्लिनिक यात्रा के दौरान अनुपलब्ध पैटर्न को प्रकट कर सकती है। यह लाभ पर्याप्त है, लेकिन यह माप संबंधी समस्याओं को समाप्त नहीं करता है। निरंतर डेटा सटीक रूप से गलत निर्माण की मात्रा निर्धारित कर सकता है, अप्रमाणिक घिसाव को छुपा सकता है या गति का पता लगाने के लिए एक एल्गोरिदम को पुरस्कृत कर सकता है जिसकी इच्छित परिणाम के लिए बहुत कम प्रासंगिकता है। इसलिए मुख्य प्रश्न यह नहीं है कि कलाई का सेंसर गति को सटीक रूप से रिकॉर्ड करता है या नहीं। यह है कि क्या संपूर्ण माप प्रक्रिया किसी व्यक्ति या उपचार प्रभाव के बारे में एक निर्दिष्ट अनुमान का समर्थन करती है।

यह समीक्षा भौतिक संकेत से नैदानिक समापन बिंदु तक उस प्रक्रिया की जांच करती है। यह स्थापित अनुभवजन्य निष्कर्षों को पद्धतिगत सिफारिशों से अलग करता है और नए दृष्टिकोणों पर विशेष ध्यान देता है जो गतिविधि गणना से परे जाने का प्रयास करते हैं। इसका व्यावहारिक योगदान एक संरचित समापन बिंदु विनिर्देश है, साथ में असंगत नैदानिक और पहनने योग्य परिवर्तनों के लिए एक व्याख्या रूपरेखा भी है। किसी भी ढांचे को स्वतंत्र रूप से मान्य उपकरण या नैदानिक निर्णय के प्रतिस्थापन के रूप में प्रस्तुत नहीं किया गया है।

धारा 2

साक्ष्य की पहचान और महत्वपूर्ण मूल्यांकन

स्ट्रोक, ऊपरी अंग, एक्सेलेरोमेट्री, कार्यात्मक हाथ उपयोग, पहनने योग्य सत्यापन, डिजिटल एंडपॉइंट, सार्थक परिवर्तन और प्रासंगिक मूलभूत अध्ययनों के शीर्षकों के संयोजन का उपयोग करके लक्षित वेब खोज और उद्धरण जांच 10 नवंबर 2026 को पूरी की गई। पुनर्प्राप्ति को प्राथमिकता दी गई PubMed रिकॉर्ड, प्रकाशक या शोध भंडार साइटों पर सुलभ पूर्ण पाठ, और आधिकारिक पद्धति संबंधी मार्गदर्शन।

सुलभ कागजात की संदर्भ सूचियों ने अतिरिक्त लक्षित पुनर्प्राप्ति की जानकारी दी। कोई निचली प्रकाशन तिथि सीमा नहीं लगाई गई थी; हाल की खोजों में विशेष रूप से 2025 और 2026 शामिल हैं।

चयन उद्देश्यपूर्ण था. अध्ययनों को तब बरकरार रखा गया जब उन्होंने एक माप संरचना को स्पष्ट किया, एक निर्दिष्ट संदर्भ के खिलाफ पहनने योग्य आउटपुट का परीक्षण किया, दैनिक प्रदर्शन की अनुदैर्ध्य रूप से जांच की या समापन बिंदु उपयोग के लिए एक व्यावहारिक आवश्यकता को संबोधित किया। महत्वपूर्ण मूल्यांकन में भागीदार स्पेक्ट्रम, सेटिंग, संदर्भ लेबल, विकास और मूल्यांकन नमूनों की स्वतंत्रता, एकत्रीकरण, लापता डेटा और प्रस्तावित उपयोग के लिए प्रयोज्यता पर विचार किया गया। विषम अध्ययन डिज़ाइनों में पूर्वाग्रह पैमाने या साक्ष्य निश्चितता प्रणाली का कोई औपचारिक जोखिम लागू नहीं किया गया था। समीक्षा संपूर्ण डेटाबेस कवरेज, डुप्लिकेट स्क्रीनिंग, संभावित रूप से पंजीकृत प्रोटोकॉल या पूलित सटीकता अनुमान का दावा नहीं करती है।

प्राथमिक प्रकाशन रिकॉर्ड के विरुद्ध ग्रंथसूची विवरण की जाँच की गई। सुलभ पूर्ण पाठों ने महत्वपूर्ण वर्गीकरण और अभिविन्यास अध्ययनों के विस्तृत मूल्यांकन की जानकारी दी। 2026 डिजिटल बांह प्रदर्शन पैमाने और उंगली बनाम कलाई अध्ययन के लिए, प्रकाशित अनुक्रमित सार केवल स्पष्ट रूप से रिपोर्ट किए गए डिजाइन और निष्कर्षों का समर्थन करते हैं; इस मूल्यांकन के लिए उनकी पूर्ण प्रकाशित विधियाँ और पूरक उपलब्ध नहीं थे। प्रकाशित अध्ययन मूल्यांकन में पहले के प्रीप्रिंट से कोई पद्धतिगत विवरण स्थानांतरित नहीं किया गया था। एक स्रोत रजिस्टर पहुंच स्तर और दावा समर्थन को रिकॉर्ड करता है। ये सीमाएँ नवीनतम उपायों के बारे में समीक्षा के निष्कर्षों की ताकत को बाधित करती हैं।

धारा 3

सेंसर चुनने से पहले परिणाम को परिभाषित करना

3.1 हानि और मानकीकृत क्षमता

मोटर हानि का तात्पर्य गति निर्माण और नियंत्रण में सीमाओं से है। फुग्ल-मेयर मूल्यांकन पोस्टस्ट्रोक सेंसरिमोटर प्रदर्शन की एक मानकीकृत परीक्षा प्रदान करता है [2]। क्षमता इस बात से संबंधित है कि एक व्यक्ति परिभाषित परीक्षण शर्तों के तहत क्या हासिल कर सकता है; एक्शन रिसर्च आर्म टेस्ट पकड़, पकड़, चुटकी और स्थूल गति से जुड़े कार्यों का आकलन करता है [1, 3]। ये उपाय निरंतर निगरानी से विभिन्न प्रश्नों का उत्तर देते हैं। जब उद्देश्य कार्य की माँगों, सहायता और स्कोरिंग स्थितियों को नियंत्रित करना हो तो एक संक्षिप्त मानकीकृत परीक्षा उपयुक्त हो सकती है।

न तो क्लिनिकल कुल स्कोर और न ही पहनने योग्य आउटपुट की व्याख्या तंत्रिका मरम्मत के प्रत्यक्ष माप के रूप में की जानी चाहिए। पुनर्प्राप्ति और क्षतिपूर्ति के लिए तंत्रिका, गति और कार्यात्मक स्तरों पर परिभाषाओं की आवश्यकता होती है [4]। उदाहरण के लिए, बढ़ा हुआ ट्रंक विस्थापन लगातार कोहनी नियंत्रण सीमाओं के बावजूद एक सफल पहुंच को सक्षम कर सकता है। एक व्यक्ति जानबूझकर प्रतिपूरक रणनीति भी चुन सकता है क्योंकि यह उपयोगी और स्वीकार्य है। उस रणनीति का नैदानिक मूल्य और सुधार में अंतर्निहित जैविक तंत्र अलग-अलग प्रश्न हैं।

3.2दैनिक प्रदर्शन और भागीदारी

प्रदर्शन सामान्य वातावरण में गतिविधि से संबंधित है। भागीदारी सार्थक जीवन स्थितियों में भागीदारी से संबंधित है। अधिक गतिशीलता का अर्थ आवश्यक रूप से अधिक स्वतंत्रता, सफलता, आराम या संतुष्टि नहीं है। समान रूप से, अनावश्यक गतिविधियों में कमी से कार्य को अधिक कुशलता से पूरा किया जा सकता है। सेंसर एंडपॉइंट्स को यह बताना चाहिए कि क्या वे आंदोलन की अवधि, उद्देश्यपूर्ण गतिविधि,

कार्य सिद्धि, आंदोलन की गुणवत्ता या भागीदारी को लक्षित करते हैं। तालिका 1 इन निर्माणों और प्रत्येक के लिए आवश्यक साक्ष्य को अलग करती है।

स्ट्रोक रिकवरी और पुनर्वास गोलमेज सम्मेलन मानकीकृत रिकवरी माप के लिए साझा शब्दावली और सिफारिशें प्रदान करता है [5, 6]। एक उपयुक्त मूल्यांकन बैटरी एक हानि माप और एक क्षमता परीक्षण को दैनिक निगरानी और चयनित आंदोलन विश्लेषण के साथ जोड़ सकती है। कॉनकॉर्डेंस एक सुसंगत व्याख्या का समर्थन करता है; विसंगति एक चिकित्सकीय रूप से उपयोगी प्रश्न की पहचान कर सकती है। लगातार दर्ज किए गए माप को क्लिनिकल परीक्षण से अधिक वैध घोषित करके इसे स्वचालित रूप से हल नहीं किया जाना चाहिए।

तालिका 1
निर्माण और उनका समर्थन करने के लिए आवश्यक अवलोकन

निर्माण	उपयुक्त अवलोकन	व्याख्या सीमा
मोटर हानि	मानकीकृत सेंसरिमोटर परीक्षा, जैसे फुग्ल-मेयर मूल्यांकन	रोजमर्रा के उपयोग की मात्रा निर्धारित नहीं करता है या स्वयं तंत्रिका मरम्मत स्थापित नहीं करता है
कार्य क्षमता	मानकीकृत कार्य प्रदर्शन, जैसे एक्शन रिसर्च आर्म टेस्ट	सामान्य दैनिक गतिविधि में स्थानांतरण स्थापित नहीं करता
दैनिक हलचल	कलाई गतिविधि की अवधि, परिमाण और द्विपक्षीय योगदान	उद्देश्य, सफल पकड़ या स्वतंत्रता की पहचान नहीं करता है
कार्यात्मक गतिविधि	एक स्पष्ट गतिविधि वर्गीकरण के विरुद्ध मान्य वर्गीकरण	अर्थ शामिल गतिविधियों और संदर्भ लेबल पर निर्भर करता है
आंदोलन की रणनीति	उचित नियंत्रण के साथ कार्य-विशिष्ट जोड़ और ट्रंक कीनेमेटिक्स	यह अपने आप में मूल्यवान भागीदारी स्थापित नहीं करता है
भागीदारी	रोगी प्रासंगिक गतिविधि, स्वतंत्रता और सहायता अवलोकन	सुधार के तंत्रिका या यांत्रिक तंत्र की पहचान नहीं करता है

नैदानिक मूल्यांकन और पुनर्प्राप्ति ढांचे द्वारा सूचित वैचारिक संश्लेषण [1, 2, 3, 4, 5, 6]। अपरिभाषित पुनर्प्राप्ति लेबल में संयोजित करने के बजाय प्रश्न के लिए उपायों का चयन किया जाना चाहिए।
धारा 4

शारीरिक माप से लेकर द्विपक्षीय गतिविधि सारांश तक

4.1 सेंसर क्या रिकॉर्ड करता है

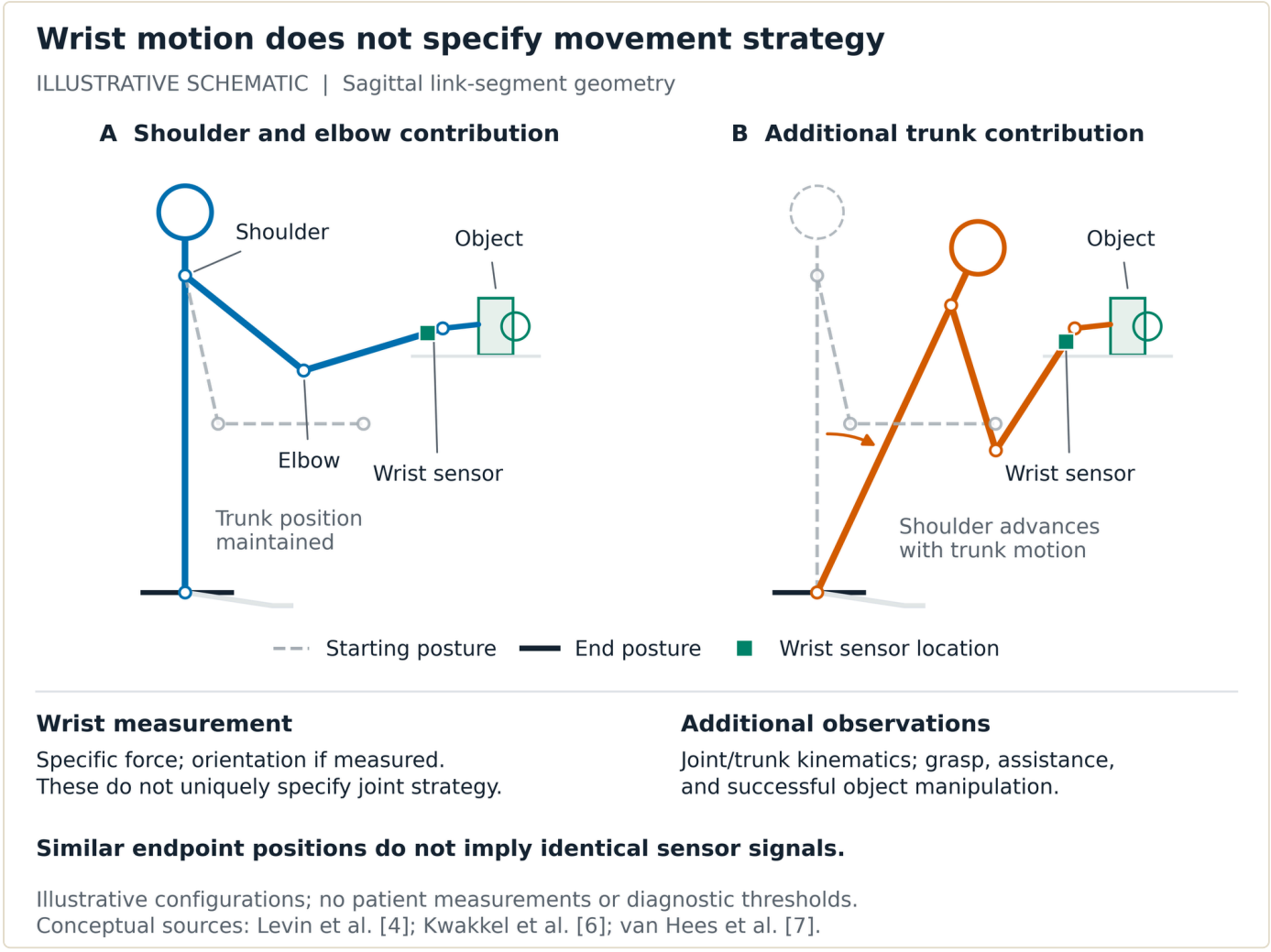
एक्सेलेरोमीटर अपने स्थानीय समन्वय फ्रेम में विशिष्ट बल को मापता है। मापा गया संकेत ट्रांसलेशनल त्वरण, गुरुत्वाकर्षण, सेंसर अभिविन्यास, पूर्वाग्रह और शोर पर निर्भर करता है। एक सरलीकृत कठोर अनुलग्नक मॉडल में,

$$\mathbf{f}_s(t) = \mathbf{R}_{ws}(t)^T [\mathbf{a}_w(t) - \mathbf{g}_w] + \mathbf{b}(t) + \boldsymbol{\varepsilon}(t).$$

यहाँ $\mathbf{f}_s$ त्वरण इकाइयों में तीन अक्ष सेंसर आउटपुट है; R_{ws} मानचित्र सेंसर विश्व फ़्रेम से समन्वय करता है; $\mathbf{a}_w$ सेंसर ट्रांसलेशनल त्वरण है; $\mathbf{g}_w$ गुरुत्वीय त्वरण है; बी पूर्वाग्रह है; और ε शोर का प्रतिनिधित्व करता है। गुरुत्व पद का चिह्न बताए गए उपकरण परिपाटी पर निर्भर करता है। इस अभिव्यक्ति में पूर्ण लगाव या अंशांकन की गारंटी शामिल नहीं है। त्वरण प्रसंस्करण के प्रायोगिक मूल्यांकन से पता चलता है कि मनमाने ढंग से घूमने के दौरान गुरुत्वाकर्षण और गति को सरल फ़िल्टरिंग द्वारा पूरी तरह से अलग क्यों नहीं किया जा सकता है [7]।

नतीजतन, एक अदिश त्वरण परिमाण मांसपेशियों की सक्रियता, संयुक्त क्षण, पकड़ बल, गति के इरादे या सफल वस्तु हेरफेर का प्रत्यक्ष माप नहीं है। कलाई की समान गति विभिन्न कंधे, कोहनी और धड़ के संयोजन से उत्पन्न हो सकती है। निष्क्रिय सहायता और हाथ घुमाने से पर्याप्त संकेत उत्पन्न हो सकते हैं, जबकि कप को लगातार पकड़ने से थोड़ी तेजी के साथ सार्थक गतिविधि शामिल हो सकती है। ये माप ज्यामिति के परिणाम हैं। संयुक्त समन्वय की बहाली से संबंधित एक अध्ययन के लिए अतिरिक्त मान्य गतिज टिप्पणियों की आवश्यकता होती है; हाथ की कार्यप्रणाली के अध्ययन के लिए कलाई से परे जानकारी की आवश्यकता हो सकती है [4, 6]।

विभिन्न कंधे, कोहनी और धड़ विन्यास कलाई को एक समान लक्ष्य की ओर ला सकते हैं; कलाई की गति को पुनर्प्राप्ति रणनीति के रूप में व्याख्या करने के लिए अतिरिक्त गतिक और कार्य अवलोकन की आवश्यकता होती है (चित्र 1)।



चित्र 1. कलाई की गति आंदोलन की रणनीति को निर्दिष्ट नहीं करती है

किसी वस्तु की ओर पहुंचने के दो रास्ते दिखाने वाले उदाहरणात्मक धनु लिंक-खंड विन्यास। ए, धड़ की स्थिति बनाए रखते हुए कंधे और कोहनी की गति; बी, कंधे को आगे बढ़ाने वाली अतिरिक्त ट्रंक गति। धराशायी रेखाएँ एक साझा प्रारंभिक विन्यास को दर्शाती हैं और ठोस रेखाएँ अंतिम विन्यास को दर्शाती हैं। खंड की लंबाई योजनाबद्ध के भीतर संरक्षित की जाती है; ज्यामिति को प्रतिभागी डेटा द्वारा नहीं मापा

जाता है। हरे वर्ग कलाई सेंसर का पता लगाते हैं। समान समापन बिंदु स्थितियाँ समान त्वरण या अभिविन्यास संकेतों का संकेत नहीं देती हैं। अकेले कलाई की गति संयुक्त समन्वय, सहायता, पकड़ या सफल वस्तु हेरफेर को विशिष्ट रूप से निर्धारित नहीं करती है। उन अनुमानों के लिए अतिरिक्त मान्य गतिकी और कार्य अवलोकन की आवश्यकता होती है। कोई भी कॉन्फ़िगरेशन निदान या निर्धारित इष्टतम रणनीति नहीं है। पुनर्प्राप्ति परिभाषाओं, माप अनुशंसाओं और एक्सेलेरोमेट्री सिद्धांतों [4, 6, 7] द्वारा सूचित वैचारिक संश्लेषण।

4.2 स्थापित एक्सेलेरोमेट्री अध्ययन किसका समर्थन करते हैं

प्रारंभिक एम्बुलेटरी अध्ययनों से पता चला है कि पहनने योग्य रिकॉर्डिंग क्रोनिक स्ट्रोक में प्रयोगशाला के बाहर हाथ की गतिविधि को माप सकती है [8]। EXCITE सत्यापन अध्ययन में स्ट्रोक के 3-9 महीने बाद, हल्के से मध्यम हाथ की हानि वाले 169 प्रतिभागियों को शामिल किया गया। तीन दिनों की द्विपक्षीय रिकॉर्डिंग ने उपयोग के अवलोकन और साक्षात्कार उपायों के साथ विश्वसनीयता और जुड़ाव दिखाया [9]। ये निष्कर्ष अध्ययन किए गए संदर्भ में गतिविधि निगरानी का समर्थन करते हैं; वे यह साबित नहीं करते हैं कि प्रत्येक पता लगाया गया आंदोलन उद्देश्यपूर्ण है या एक ही प्रसंस्करण गहन पैरेसिस में समान रूप से कार्य करता है।

न्यूरोलॉजिकल हानि के बिना वयस्कों में संदर्भ अवलोकन सामान्य द्विपक्षीय पैटर्न का वर्णन करने में मदद करते हैं [10]। 74 गैर-विकलांग वयस्कों और क्रोनिक स्ट्रोक वाले 48 वयस्कों के एक अध्ययन में, बेली और सहकर्मियों ने तीव्रता और सापेक्ष अंग योगदान को चिह्नित करने के लिए लगभग एक दिन की द्विपक्षीय रिकॉर्डिंग का उपयोग किया। विभिन्न नैदानिक क्षमता स्कोर वाले कुछ प्रतिभागियों ने समान दैनिक गतिविधि पैटर्न दिखाया [11]। यह क्लिनिकल स्कोर और पहनने योग्य आउटपुट की विनिमेयता के बजाय पूरक मूल्यांकन का समर्थन करता है।

स्ट्रोक के बाद और अल्प तीव्र आबादी में अध्ययन भी हाथ की गतिविधि को हानि और आत्म-देखभाल से जोड़ते हैं, जबकि यह दिखाते हैं कि ये डोमेन पर्यायवाची नहीं हैं [12, 13]। अनुदैर्ध्य साक्ष्य विशेष रूप से जानकारीपूर्ण है: कार्य-विशिष्ट प्रशिक्षण प्राप्त करने वाले 78 प्रतिभागियों के एक माध्यमिक विश्लेषण में कुछ प्रतिभागियों के बीच क्षमता में वृद्धि के बावजूद, हस्तक्षेप पर छह एक्सेलेरोमेट्री प्रदर्शन उपायों में कोई सुधार नहीं पाया गया [14]। यह खोज हस्तक्षेप, जनसंख्या और माप दृष्टिकोण से संबंधित है। यह स्थापित नहीं करता है कि दैनिक प्रदर्शन में सुधार नहीं हो सकता है या एक्सेलेरोमेट्री हर मूल्यवान परिवर्तन का पता लगाती है।

4.3 अनुपात और एकत्रीकरण के लिए स्पष्ट परिभाषाओं की आवश्यकता होती है

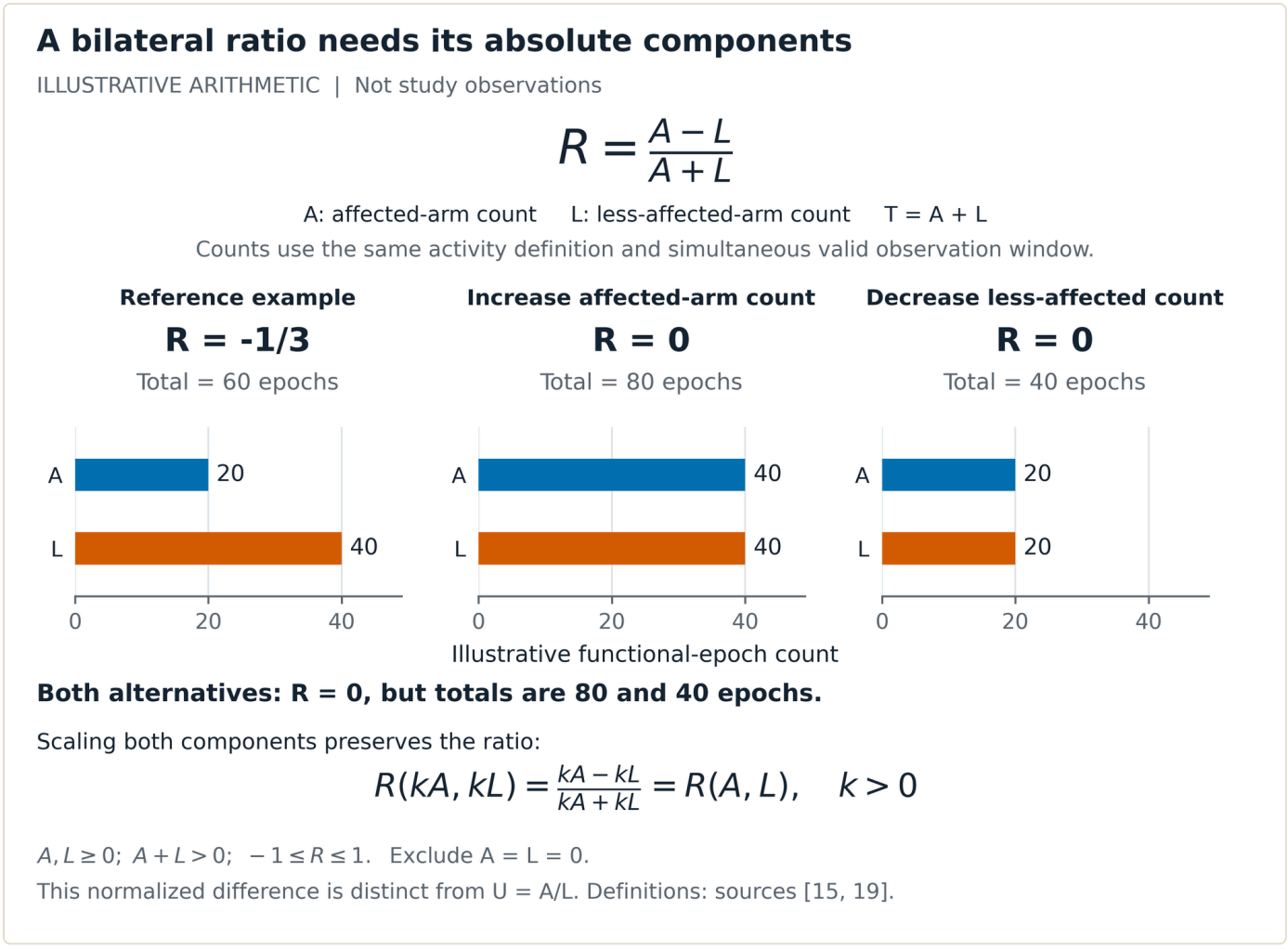
मान लीजिए ए और एल प्रभावित और कम प्रभावित हाथ के सक्रिय समय को दर्शाते हैं, जो एक साथ वैध घिसाव के दौरान समान इकाइयों में मापा जाता है। एक अवधि उपयोग अनुपात है $U = A/L$ कब $L > 0$. होने देना $m_A(t)$ और $m_L(t)$ तुलनीय संसाधित गतिविधि परिमाण को निरूपित करें। एक द्विपक्षीय परिमाण है $B(t) = m_A(t) + m_L(t)$, जबकि तात्कालिक लॉग परिमाण अनुपात को इस प्रकार परिभाषित किया जा सकता है $M(t) =$ एल.एन $[m_A(t)/m_L(t)]$ जब दोनों परिमाण सकारात्मक हों. प्रकाशित प्रोटोकॉल संबंधित अवधि और परिमाण सारांश का वर्णन करते हैं [15]। ये मात्राएँ विनिमेय नहीं हैं: एक अवधि पर जोर देती है, दूसरा समग्र तीव्रता पर और दूसरा सापेक्ष योगदान पर।

हर एक आलोचनात्मक व्याख्यात्मक निर्भरता बनाता है। एक उदाहरणात्मक उदाहरण में, A = 2 घंटे और L = 5 घंटे U = 0.40 देता है। यदि A 2 घंटे तक रहता है जबकि L 3 घंटे तक गिर जाता है, तो प्रभावित हाथ की गतिविधि में वृद्धि के बिना U बढ़कर 0.67 हो जाता है। यह गणना उदाहरणात्मक है, रोगी डेटा नहीं। समरूपता द्विपक्षीय निष्क्रियता के साथ भी मौजूद रह सकती है। इसलिए रिपोर्ट में अनुपात के साथ-साथ अंग मान, कुल गतिविधि और वैध टूट-फूट दोनों को बरकरार रखा जाना चाहिए। एक शून्य हर यू को अपरिभाषित बनाता है; इसे चुपचाप पुनर्प्राप्ति स्कोर से प्रतिस्थापित नहीं किया जाना चाहिए।

कम प्रभावित भुजा एक आंतरिक-व्यक्ति तुलनित्र है, गारंटीशुदा स्वस्थ संदर्भ नहीं। इसकी गतिविधि प्रभुत्व, द्विपक्षीय कार्य मांगों, सहायता और दैनिक वातावरण के साथ बदल सकती है। जांचकर्ताओं को स्ट्रोक से पहले की संवेदनशीलता और प्रभावित पक्ष को रिकॉर्ड करना चाहिए, वर्णन करना चाहिए कि तुलनित्र का उपयोग कैसे किया जाता है, और लक्ष्य अंग में परिवर्तन से हर में एक अनुदैर्ध्य परिवर्तन को अलग करना चाहिए। पूर्ण मूल्य और द्विपक्षीय वितरण समरूपता स्कोर द्वारा खोई गई जानकारी को संरक्षित कर सकते हैं। ये एक अनुमान के बजाय विश्लेषणात्मक सुरक्षा उपाय हैं कि प्रत्येक प्रतिभागी में कम प्रभावित अंग चिकित्सकीय रूप से असामान्य है।

अध्ययन विनिर्देशों में फ़िल्टरिंग, सीमा, युग की लंबाई, एक साथ पहनने के नियम और शून्य या लगभग-शून्य परिमाण के उपचार को परिभाषित करना चाहिए। लॉग अनुपात में एक छोटा स्थिरांक जोड़ने से उसका व्यवहार बदल जाता है और औचित्य की आवश्यकता होती है। दैनिक कुल का अनुपात एकत्रित करना तात्कालिक अनुपातों के औसत के बराबर नहीं है। नींद सहित निष्क्रिय अवधियों को रिकॉर्ड करना, या विश्लेषणों को सक्रिय अवधियों तक सीमित करना भी लक्ष्य मात्रा को बदलता है। किसी समापन बिंदु के लिए प्रतिलिपि प्रस्तुत करने योग्य नाम के साथ किसी परिचित लेबल से अनुमान लगाने के बजाय उसका समीकरण और कार्यान्वयन होना चाहिए।

सामान्यीकृत अंतर आर = (ए - एल)/(ए + एल) के लिए, अलग-अलग गतिविधि के योग पर एक ही स्कोर उत्पन्न हो सकता है, और वृद्धि तब हो सकती है जब केवल कम प्रभावित गतिविधि में गिरावट आती है; इन विश्लेषणात्मक गुणों को भी पूर्ण घटकों को बनाए रखने की आवश्यकता होती है (चित्रा 2)।



चित्र 2. एक द्विपक्षीय अनुपात को इसके पूर्ण घटकों की आवश्यकता होती है

सामान्यीकृत अंतर आर = (ए - एल)/(ए + एल) के लिए निदर्शी अंकगणित, जहां ए और एल प्रभावित होते हैं- और कम-प्रभावित-हाथ कार्यात्मक-युग गणना एक ही गतिविधि परिभाषा और एक साथ वैध अवलोकन विंडो के साथ प्राप्त की जाती है। ये मूल्य अध्ययन

अवलोकन नहीं हैं। संदर्भ उदाहरण A = 20 और L = 40 से R = -1/3 देता है। A को बढ़ाकर 40 करने या L को घटाकर 20 करने पर दोनों R = 0 प्राप्त होते हैं, हालाँकि कुल योग क्रमशः 80 और 40 युग हो जाते हैं। दोनों घटकों को एक सकारात्मक कारक से गुणा करने पर आर सुरक्षित रहता है। इस प्रकार एक उच्च स्कोर या एक ही स्कोर अलग-अलग पूर्ण गतिविधि पैटर्न को छिपा सकता है; न ही पुनर्प्राप्ति स्थापित करता है। गैर-नकारात्मक इनपुट के लिए सकारात्मक कुल की आवश्यकता होती है। यह सामान्यीकृत अंतर [19] अवधि उपयोग अनुपात ए/एल [15] से अलग है।

धारा 5

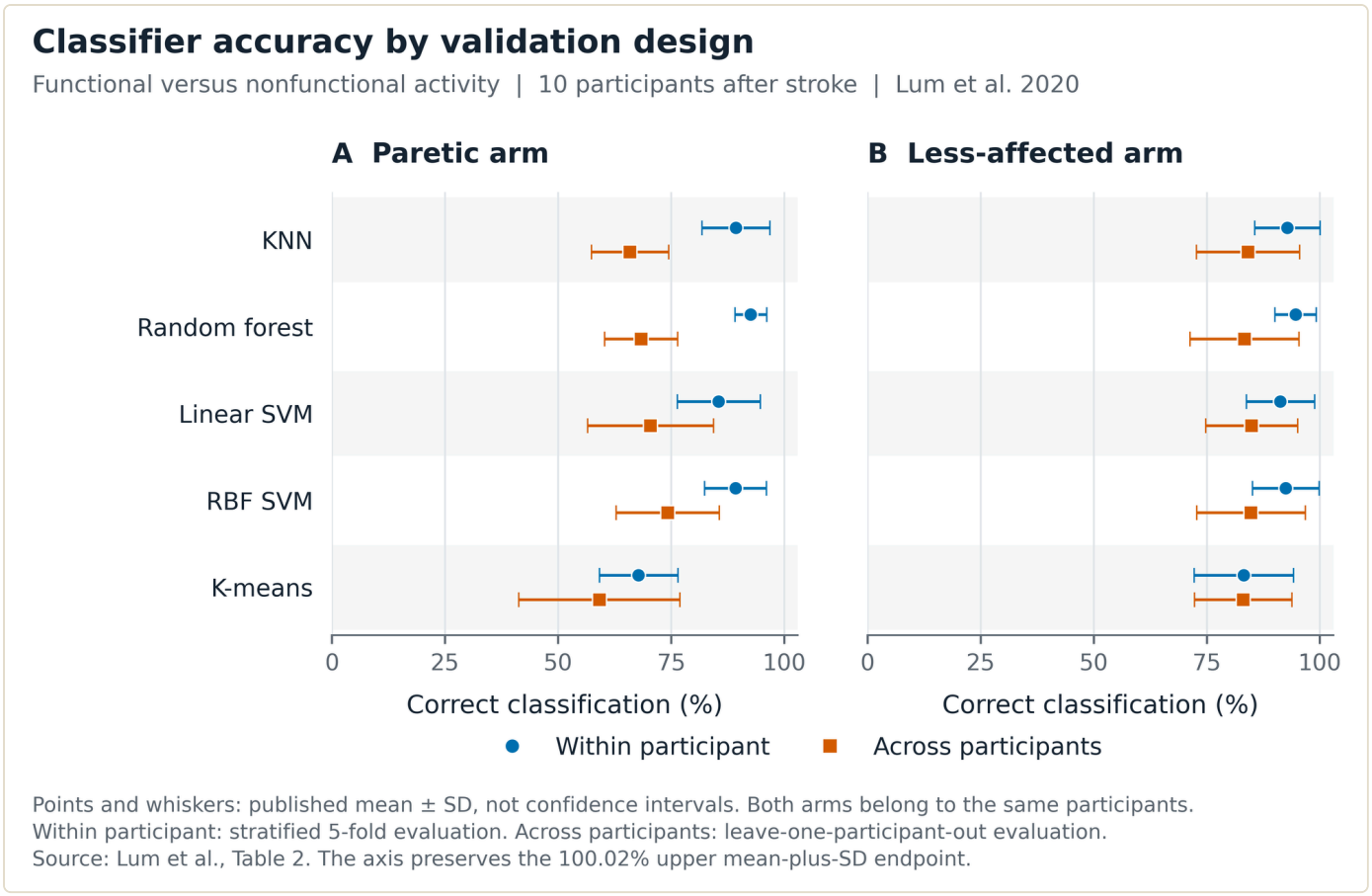
गतिविधि से परे मायने रखता है

5.1अभिविन्यास और कार्यात्मक गतिविधि वर्गीकरण

अभिमुखीकरण आधारित विधियाँ पूरे शरीर की गति से संदूषण को कम करने का प्रयास करती हैं। ल्यूएनबर्गर और सहकर्मियों ने 48 घंटों तक निगरानी रखने वाले 10 स्ट्रोक बचे लोगों में कलाई जड़त्व माप का उपयोग करके एक सकल हाथ आंदोलन दृष्टिकोण का मूल्यांकन किया [16]। ऐसे तरीके एक निर्दिष्ट ज्यामितीय परिभाषा को पूरा करने वाले आंदोलनों की पहचान करते हैं; वे स्वचालित रूप से सभी उपयोगी ऊपरी अंगों के व्यवहार को शामिल नहीं करते हैं। अग्रबाहु अभिविन्यास मानदंड में कम आयाम में हेरफेर या निरंतर स्थिरीकरण की कमी हो सकती है। इसकी उपयुक्तता इस बात पर निर्भर करती है कि ये बहिष्करण इच्छित निर्माण से मेल खाते हैं या नहीं।

मशीन लर्निंग उन पैटर्न को वर्गीकृत कर सकती है जिन्हें सरल सीमाएँ अलग नहीं कर सकती हैं। लुम और सहकर्मियों ने सिम्युलेटेड सामुदायिक सेटिंग में क्लासिफायर की तुलना सिंक्रोनाइज़्ड वीडियो लेबल से की। उनकी सबसे अच्छी रिपोर्ट की गई पेरेटिक अंग सटीकता व्यक्तिगत मूल्यांकन और प्रतिभागियों के बीच मूल्यांकन के बीच भिन्न थी, लगभग 93% बनाम 74% [17]। यह अंतर बताता है कि वैयक्तिकरण, सत्यापन डिज़ाइन और अपरिचित प्रतिभागी क्यों मायने रखते हैं। इसे बिना पर्यवेक्षित दैनिक निगरानी के लिए प्रदर्शन गारंटी के रूप में नहीं पढ़ा जाना चाहिए।

प्रकाशित क्लासिफायर प्रदर्शन भीतर-प्रतिभागी और संपूर्ण-प्रतिभागी मूल्यांकन के बीच भिन्न होता है, विशेष रूप से पेरेटिक आर्म के लिए (चित्रा 3)।



चित्र 3. सत्यापन डिज़ाइन द्वारा वर्गीकरण सटीकता

स्ट्रोक के बाद दस प्रतिभागियों में वर्गीकरण सटीकता। ए, पैरेटिक भुजा; बी, कम प्रभावित भुजा, उन्हीं प्रतिभागियों में मापी गई। अंक और मूंछें लुम एट अल में प्रकाशित साधन और मानक विचलन (एसडी) दिखाते हैं। (2020), तालिका 2 [17]। भीतर-प्रतिभागी मूल्यांकन में स्तरीकृत पांच-गुना क्रॉस-सत्यापन का उपयोग किया गया; संपूर्ण-प्रतिभागी मूल्यांकन में लीव-वन-प्रतिभागी-आउट क्रॉस-सत्यापन का उपयोग किया गया। कार्यात्मक बनाम गैर-कार्यात्मक लेबल एक सिम्युलेटेड सामुदायिक गतिविधि सत्र के दौरान वीडियो एनोटेशन से आए और इसमें कार्यात्मक गतिविधि के रूप में इशारों को शामिल किया गया। स्रोत अधिक विशिष्ट तालिका-स्तरीय विचरण परिभाषा के बिना फैलाव को एसडी के रूप में लेबल करता है; इसे विश्वास अंतराल में परिवर्तित नहीं किया गया है। 100.02% के रिपोर्ट किए गए माध्य-प्लस-एसडी समापन बिंदु को बनाए रखने के लिए सामान्य अक्ष 100% से थोड़ा ऊपर तक फैला हुआ है; यह 100% से अधिक देखी गई सटीकता नहीं है। केएनएन, के-निकटतम पड़ोसी; एसवीएम, वेक्टर मशीन का समर्थन; आरबीएफ, रेडियल आधार फ़ंक्शन। ये अनुमान स्वतंत्र अप्रतिबंधित गृह सत्यापन का प्रतिनिधित्व नहीं करते हैं।

अलग-अलग अध्ययनों में वर्गीकरण का लक्ष्य अलग-अलग हो सकता है। लुम और सहकर्मियों ने इशारों को कार्यात्मक गतिविधि के रूप में गिना, जबकि नीटो और सहकर्मियों द्वारा 2025 की घरेलू तुलना में इशारों को उनकी धारणा केंद्रित कार्यात्मक श्रेणी से बाहर वर्गीकृत किया गया है [17, 18]। कोई भी विकल्प स्वचालित रूप से गलत नहीं है; अंतर का मतलब है कि सतही तौर पर समान कार्यात्मक उपयोग आउटपुट विभिन्न व्यवहारों का अनुमान लगा सकते हैं। एनोटेशन मैनुअल में स्थिरीकरण, इशारों, सहायता प्राप्त कार्यों, असफल प्रयासों और अस्पष्ट या बाधित अवधियों को संबोधित किया जाना चाहिए। संदर्भ लेबल इरादे की त्रुटि मुक्त टिप्पणियों के बजाय परिचालन निर्णय हैं।

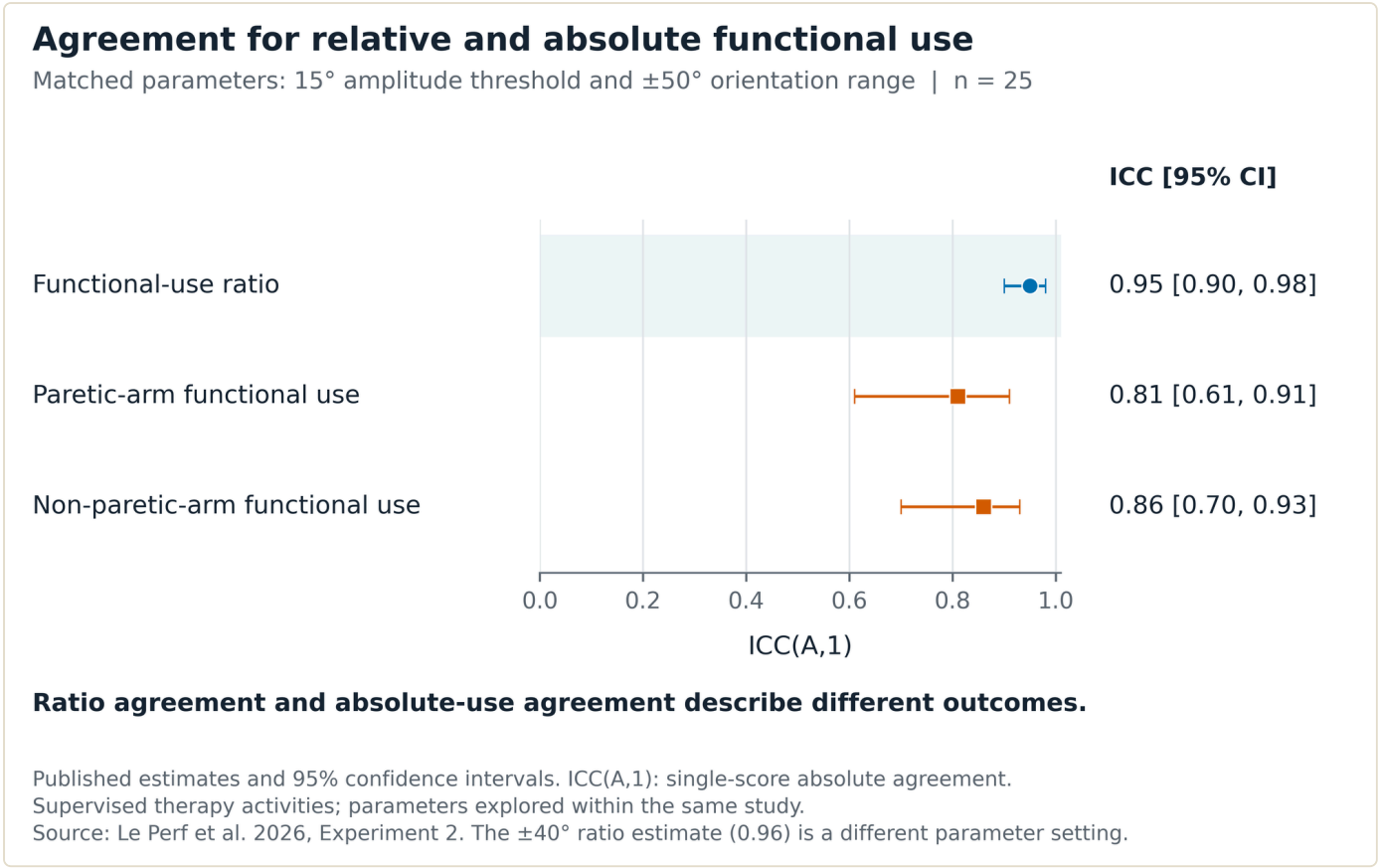
नीटो और सहकर्मियों ने एक नकली अपार्टमेंट और अपने घरों में गतिविधि स्क्रिप्ट पूरा करने वाले चार लोगों का अध्ययन किया। कार्य सेटिंग्स के बीच स्थानांतरण परीक्षण की व्यवहार्यता का समर्थन करता है, लेकिन व्यक्तिगत मॉडल और दोहराई गई स्क्रिप्ट अप्रतिबंधित दैनिक जीवन के दौरान नए लोगों में प्रदर्शन स्थापित नहीं करती है [18]। रिपोर्ट की गई सटीकता की व्याख्या करते समय पर्याप्त रूप से

सजातीय लेबल के बिना ब्लॉकों का उनका बहिष्कार भी मायने रखता है। संक्रमणकालीन और अस्पष्ट अवधि सामान्य व्यवहार का हिस्सा बनी हुई है और अंततः तैनाती में स्पष्ट हैंडलिंग की आवश्यकता होती है।

5.2हाल के घटनाक्रम और उनकी स्पष्ट सीमाएँ

2026 FuncUseRatio अध्ययन में 23 स्वस्थ प्रतिभागियों और स्ट्रोक के बाद 25 लोगों को शामिल किया गया। वीडियो के साथ अनुपात समझौता आईसीसी 0.96 (95% विश्वास अंतराल 0.90–0.98) तक पहुंच गया। फिर भी, 15° आयाम सीमा और ±50° ओरिएंटेशन रेंज का उपयोग करते हुए, पूर्ण FuncUse ने वीडियो-लेबल वाले कार्यात्मक युगों को लगभग 25% कम करके आंका [19]। इसलिए मजबूत अनुपात समझौता घटक अंग मूल्यों की सटीकता स्थापित नहीं करता है। स्ट्रोक के आकलन में पर्यवेक्षित व्यावसायिक चिकित्सा शामिल थी; संदर्भ लेबल ने स्थिरीकरण और निष्क्रियता को बाहर रखा, और अध्ययन के भीतर मापदंडों का पता लगाया गया। स्वतंत्र मूल्यांकन को अप्रतिबंधित सेटिंग्स में चयनित नियम का परीक्षण करना चाहिए और इच्छित समापन बिंदु के लिए प्रासंगिक व्यवहार का आकलन करना चाहिए। इसका सामान्यीकृत अंतर अनुपात, $(F_A - F_L)/(F_A + F_L)$ प्रभावित और कम प्रभावित कार्यात्मक गति के लिए सकारात्मक योग के साथ गिनती भी भिन्न होती है A/L.

एल्गोरिदम मापदंडों के मिलान पर, कार्यात्मक-उपयोग अनुपात और इसके पूर्ण अंग घटकों (चित्र 4) के लिए सहमति भिन्न होती है।



चित्र 4. सापेक्ष और पूर्ण कार्यात्मक उपयोग के लिए समझौता
स्ट्रोक के बाद 25 प्रतिभागियों में 15-डिग्री आयाम सीमा और प्लस-या-माइनस 50-डिग्री ओरिएंटेशन रेंज का उपयोग करके वीडियो-आधारित मूल्यांकन के साथ समझौता। अंक और मूंछें प्रकाशित एकल-स्कोर, दो-तरफा मिश्रित-प्रभाव, पूर्ण-सहमति आईसीसी (ए, 1) अनुमान और 95% विश्वास अंतराल दिखाते हैं। अनुपात पेरेटिक और गैर-पैरेटिक कार्यात्मक-उपयोग गणना के बीच एक सामान्यीकृत अंतर है; पूर्ण माप कार्यात्मक दो-सेकंड युगों की गणना करते हैं। मिलान अनुपात अनुमान 0.95 है। अलग से रिपोर्ट किया गया 0.96 अनुपात अनुमान प्लस-या-माइनस 40-डिग्री ओरिएंटेशन रेंज का उपयोग करता है और यहां प्रतिस्थापित नहीं किया गया है। उच्च अनुपात समझौता

पूर्ण कार्यात्मक उपयोग के लगभग 25% कम अनुमान के साथ सह-अस्तित्व में है, जिसे स्रोत में अनुमानित पूर्वाग्रह के रूप में रिपोर्ट किया गया है। मूल्यांकन में पर्यवेक्षित व्यावसायिक-चिकित्सा गतिविधियाँ शामिल थीं; स्थिरीकरण को कार्यात्मक लेबल से बाहर रखा गया था, और पैरामीटर चयन में समान अध्ययन डेटा का उपयोग किया गया था। ले पर्फ़ एट अल से दोबारा दोहराया गया। (2026), प्रयोग 2 [19]। अंतराल इन आश्रित अनुमानों के बीच अंतर का परीक्षण नहीं करते हैं।
2026 उंगली बनाम कलाई अध्ययन में क्रोनिक स्ट्रोक और हल्के से मध्यम हानि वाले 20 प्रतिभागियों का विश्लेषण किया गया। इसका प्रकाशित सार हाथ की अच्छी गति के उपायों के लिए मजबूत माप गुणों और लंबे समय तक निगरानी के साथ बेहतर गुणों की रिपोर्ट करता है, जो उस अध्ययन के भीतर चार दिनों को पर्याप्त मानता है [20]। जब निपुणता लक्ष्य होती है तो यह डिस्टल सेंसर की जांच का समर्थन करता है। यह सभी उपकरणों, पुनर्प्राप्ति चरणों या गंभीर हानि के लिए एक सार्वभौमिक चार दिवसीय प्रोटोकॉल स्थापित नहीं करता है, न ही यह आराम और पालन का मूल्यांकन करने की आवश्यकता को दूर करता है।

वांग और उनके सहयोगियों ने 215 प्रतिभागियों के लगभग 23,000 घंटे के डेटा से डिजिटल आर्म प्रदर्शन स्केल विकसित किया। प्रकाशित सार अनुकूल विश्वसनीयता, वैधता और प्रतिक्रिया के साथ आंदोलन विभाजन, समग्र विशेषताओं और एक रैखिक मिश्रित-प्रभाव मॉडल का वर्णन करता है। परीक्षणों के लिए 60% से अधिक कम प्रतिभागियों का अनुमान शक्ति विश्लेषण [21] से आया है। यह अनुमान स्वतंत्र संभावित परीक्षणों में देखी गई भर्ती बचत नहीं है। यह अनुमानित उपचार प्रभाव, परिवर्तनशीलता और विश्लेषण पर निर्भर करता है। यह अमूर्त-स्तरीय साक्ष्य विभाजन, अंशांकन या अनिश्चितता अनुमान का विवरण स्थापित नहीं करता है, इसलिए वर्तमान मूल्यांकन उन प्रक्रियाओं के बारे में कोई दावा नहीं करता है।

प्रासंगिक नमूनाकरण एक पूरक दृष्टिकोण प्रदान करता है। सेनाधीरा और सहकर्मियों ने 30 स्ट्रोक से बचे लोगों और 30 तुलनात्मक प्रतिभागियों में सात दिनों में दोहराया अनुभव नमूने के साथ द्विपक्षीय संवेदन को जोड़ा। गतिविधि और पर्यावरणीय संदर्भ ने हाथ के उपयोग में अंतर की व्याख्या करने में मदद की [22]। ये अवलोकन संबंधी संघ यह स्थापित नहीं करते हैं कि संदर्भ बदलने से पुनर्प्राप्ति में सुधार होगा, लेकिन वे बताते हैं कि एक सेंसर स्कोर अकेले व्यवहार की व्याख्या क्यों नहीं कर सकता है। तालिका 2 एकल सटीकता आँकड़े द्वारा विषम तरीकों की रैंकिंग किए बिना चयनित प्राथमिक अध्ययनों और उनकी सीमाओं का सारांश प्रस्तुत करती है।

तालिका 2
चयनित प्राथमिक साक्ष्य और व्याख्या की सीमाएँ

अध्ययन	डिज़ाइन और जनसंख्या	योगदान और प्रमुख सीमा
उसवाटे 2006 [9]	स्ट्रोक के 3-9 महीने बाद 169 प्रतिभागियों में सत्यापन	द्विपक्षीय गतिविधि निगरानी का समर्थन करता है; चयनित हल्के से मध्यम हानि और अप्रत्यक्ष कार्यात्मक तुलनित्र
बेली 2015 [11]	74 गैर-विकलांग वयस्क और 48 क्रोनिक स्ट्रोक से पीड़ित	द्विपक्षीय दैनिक पैटर्न का वर्णन करता है; संक्षिप्त अवलोकन और क्रॉस-अनुभागीय तुलना
वाडेल 2017 [14]	78 परीक्षण प्रतिभागियों का अनुदैर्ध्य माध्यमिक विश्लेषण	अध्ययन किए गए हस्तक्षेप में क्षमता-प्रदर्शन विसंगति प्रदर्शित करता है; यह इस बात का प्रमाण नहीं है कि सभी स्थानांतरण विफल हो जाते हैं
लुम 2020 [17]	सिम्युलेटेड सामुदायिक कार्यों में वीडियो के विरुद्ध क्लासिफायर का परीक्षण किया गया	कार्यात्मक लेबल विशिष्टता में सुधार करते हैं; वैयक्तिकृत और संपूर्ण व्यक्ति का प्रदर्शन भिन्न होता है
नीटो 2025 [18]	चार प्रतिभागी प्रयोगशाला और घरेलू स्क्रिप्ट पूरा कर रहे हैं	परीक्षण सेटिंग स्थानांतरण; व्यक्तिगत मॉडल और स्क्रिप्टेड गतिविधियों के साथ छोटी केस श्रृंखला
ले पर्फ 2026 [19]	23 स्वस्थ प्रतिभागी और 25 प्रतिभागी स्ट्रोक के बाद	अभिविन्यास और अनुपात सत्यापन; पर्यवेक्षित कार्य, चयनित परिभाषाएँ और पैरामीटर अन्वेषण
धमरोंगसिरीवाध 2026 [20]	अंतिम विश्लेषण में क्रोनिक स्ट्रोक वाले 20 प्रतिभागी	डिस्टल सेंसिंग और मल्टीडे मूल्यांकन का समर्थन करता है; केवल इस समीक्षा में सार प्रकाशित किया गया
वांग 2026 [21]	215 प्रतिभागियों का उपयोग करके समग्र विकास और मूल्यांकन	आशाजनक डिजिटल आर्म प्रदर्शन पैमाना; शक्ति-विश्लेषण दक्षता, केवल यहाँ प्रकाशित सार
सेनाधीरा 2025 [22]	स्ट्रोक से बचे 30 लोगों और 30 तुलनित्रों में सात दिवसीय निगरानी	नमूना संदर्भ के साथ आंदोलन को जोड़ता है; अवलोकन संबंधी संघ कार्य-कारण स्थापित नहीं करते हैं

यह उद्देश्यपूर्ण साक्ष्य मानचित्र एक विस्तृत समीक्षा, उपकरणों की रैंकिंग या पूर्वाग्रह मूल्यांकन का औपचारिक जोखिम नहीं है। नमूना आकार लोगों को संदर्भित करता है, सेंसर युगों को नहीं।
धारा 6

Validation must follow the intended inference

6.1विश्लेषणात्मक मूल्यांकन और मॉडल परिवहन

एक क्लासिफायरियर के लिए, फ्रेम या युग सटीकता अपने आप में अपर्याप्त है। एक मॉडल जो अधिकांश निष्क्रिय युगों को सही ढंग से लेबल करता है वह अभी भी सक्रिय समय का खराब अनुमान लगा सकता है। मूल्यांकन में वर्ग-विशिष्ट संवेदनशीलता और सटीकता, एक भ्रम मैट्रिक्स, अस्पष्ट खंडों के लिए प्रदर्शन और अंतिम व्यक्ति-स्तरीय समापन बिंदु में त्रुटि की रिपोर्ट होनी चाहिए। असहमति की जांच गतिविधि और हानि के आधार पर की जानी चाहिए, न कि केवल सभी टिप्पणियों के औसत के आधार पर। जहां आउटपुट संभावनाओं का उपयोग किया जाता है, उनके अंशांकन के लिए भी मूल्यांकन की आवश्यकता होती है। ये प्रस्तावित विश्लेषणात्मक आवश्यकताएं हैं जिनकी सीमाएं इच्छित निर्णय द्वारा उचित होनी चाहिए।

वर्गीकरण त्रुटि का प्रभाव गतिविधि व्यापकता पर निर्भर करता है। बाइनरी गतिविधि लेबल के लिए, अपेक्षित वर्गीकृत सक्रिय अंश है

$$E(\hat{p}) = Se\,p + (1 - Sp)(1 - p),$$

जहां p वास्तविक सक्रिय अंश है, Se संवेदनशीलता है और Sp प्रासंगिक परिचालन स्थितियों के तहत विशिष्टता है। एक काल्पनिक अवधि में पी = 0.05 और संवेदनशीलता और विशिष्टता दोनों 0.90 के बराबर, अपेक्षित वर्गीकृत सक्रिय अंश 0.14 है। यह उदाहरण एक गणितीय चित्रण है, किसी प्रकाशित उपकरण का अनुमान नहीं। यह दिखाता है कि क्यों स्पष्ट रूप से अनुकूल वर्गीकरण प्रतिशत दुर्लभ उद्देश्यपूर्ण गतिविधि को काफी हद तक कम कर सकते हैं। इसलिए सत्यापन को यथार्थवादी गतिविधि अनुपात को संरक्षित करना चाहिए और व्युत्पन्न समय या अनुपात समापन बिंदु में त्रुटियों का आकलन करना चाहिए। समीकरण स्थिर सशर्त त्रुटि दर मानता है; कार्य मिश्रण या हानि में परिवर्तन से उन दरों में भिन्नता हो सकती है।

सुविधा चयन, सामान्यीकरण और मॉडल ट्यूनिंग से पहले प्रतिभागी और सत्र की स्वतंत्रता स्थापित की जानी चाहिए। प्रशिक्षण और मूल्यांकन के बीच एक रिकॉर्डिंग से आसन्न विंडो को विभाजित करने से व्यक्ति-विशिष्ट या अस्थायी रूप से निर्भर पैटर्न का शोषण होने का जोखिम होता है। एक अलग परीक्षण साइट तब मूल्यवान होती है जब इच्छित दावा किसी अन्य सेवा में परिवहन से संबंधित हो; विंडोज़ को होल्ड करना कोई समतुल्य परीक्षण नहीं है। यही सिद्धांत क्लिनिकल स्केल के विरुद्ध प्रशिक्षित समग्र स्कोर पर भी लागू होता है। विकास के दौरान उपयोग किए गए पैमाने के साथ सहसंबंध आंशिक रूप से अपेक्षित हो सकता है और इसे स्वतंत्र, धैर्यपूर्वक प्रासंगिक टिप्पणियों द्वारा पूरक किया जाना चाहिए।

TRIPOD+AI नैदानिक भविष्यवाणी मॉडल के लिए रिपोर्टिंग मार्गदर्शन प्रदान करता है, जबकि PROBAST+AI भविष्यवाणी मॉडल की गुणवत्ता, पूर्वाग्रह और प्रयोज्यता को संबोधित करता है [23, 24]। उनके सीधे लागू तत्वों का उपयोग योग्य भविष्यवाणी घटकों के लिए किया जाना चाहिए; अकेले मशीन लर्निंग का उपयोग करने से प्रत्येक गतिविधि का सारांश एक नैदानिक भविष्यवाणी मॉडल नहीं बन जाता है। सेंसर अधिग्रहण, गतिविधि लेबल या अंतिम परिणाम निर्माण के सत्यापन के लिए कोई भी चेकलिस्ट विकल्प नहीं है। लेखकों को मूल्यांकन किए गए घटक का उल्लेख करना चाहिए और नैदानिक उपयोगिता के साक्ष्य के रूप में रिपोर्टिंग पूर्णता प्रस्तुत करने से बचना चाहिए।

6.2सत्यापन और नैदानिक सत्यापन

V3 ढांचा प्रौद्योगिकी के सत्यापन, व्युत्पन्न माप के विश्लेषणात्मक सत्यापन और इच्छित नैदानिक अवधारणा के लिए नैदानिक सत्यापन को अलग करता है [25]। V3+ प्रयोज्य सत्यापन जोड़ता है [26]। स्ट्रोक के बाद यह जोड़ विशेष रूप से प्रासंगिक है क्योंकि सफल निगरानी एक हाथ से किए जाने वाले प्रयोग, समझ, सहायता और डिवाइस के रखरखाव पर निर्भर हो सकती है। एक तकनीकी रूप से सटीक प्रणाली जो इच्छित उपयोगकर्ताओं में व्यवस्थित रूप से विफल हो जाती है, पक्षपातपूर्ण नैदानिक साक्ष्य उत्पन्न कर सकती है।

नैदानिक सत्यापन रोगी के प्रासंगिक लक्ष्यों से शुरू होना चाहिए। मंटा और सहकर्मियों द्वारा प्रस्तावित रूपरेखा स्वास्थ्य के सार्थक पहलुओं को रुचि, परिणाम और अनुसंधान समापन बिंदु की अवधारणा से जोड़ती है [27]। उदाहरण के लिए, भोजन की तैयारी में स्वतंत्र भागीदारी सामान्य भोजन संबंधी कार्यों के दौरान प्रभावित हाथ के योगदान को मापने के लिए प्रेरित कर सकती है। कुल कलाई गतिविधि एक संभावित इनपुट है, लेकिन संकेत को बताई गई अवधारणा से जोड़ने वाले साक्ष्य के बिना यह उस अर्थ को प्राप्त नहीं कर सकता है। साक्षात्कार और अवलोकन स्पष्ट रूप से व्यापक समग्रता से छूटी गतिविधियों की पहचान कर सकते हैं।

एक डिजिटल माप एक समापन बिंदु बन जाता है जब किसी अध्ययन में इसके चर, समय, एकत्रीकरण और भूमिका निर्दिष्ट की जाती है। इसका उपयोग बायोमार्कर या नैदानिक परिणाम मूल्यांकन के रूप में किया जाता है या नहीं, यह इसके संदर्भ और इच्छित व्याख्या पर निर्भर करता है; कोई भी लेबल किसी विशेष परीक्षण के लिए उपयुक्तता स्थापित नहीं करता है [28]। दूरस्थ डिजिटल स्वास्थ्य प्रौद्योगिकी के

उपयोग पर एफडीए मार्गदर्शन जांच के भीतर उपयुक्तता, सत्यापन और भागीदार उपयोगिता पर जोर देता है [29]। विनियामक योग्यता, जहां प्रासंगिक हो, एक अलग साक्ष्य आधारित प्रक्रिया है। किसी एल्गोरिदम का प्रकाशन या किसी संगत डिवाइस का उपयोग अपने आप में प्रत्येक व्युत्पन्न समापन बिंदु को योग्य नहीं बनाता है।

धारा 7

माप त्रुटि को सार्थक परिवर्तन से अलग करना

विश्वसनीयता, सहमति और जवाबदेही विभिन्न प्रश्नों के उत्तर देते हैं। एक इंट्राक्लास सहसंबंध गुणांक देखी गई परिवर्तनशीलता के सापेक्ष लोगों को अलग करने की क्षमता को दर्शाता है; पर्याप्त पूर्ण त्रुटि के बावजूद यह विषम नमूने में उच्च हो सकता है। आईसीसी सूत्रीकरण, आत्मविश्वास अंतराल, बार-बार माप अंतराल और नैदानिक स्थिरता मान्यताओं की सूचना दी जानी चाहिए [30]। एक बेंच पर डिवाइस की पुनरावृत्ति भी दैनिक प्रदर्शन सारांश की पुनरावृत्ति से भिन्न होती है, जिसमें दिनचर्या में वास्तविक भिन्नता शामिल होती है।

विधि तुलना में असहमति के आकार और वितरण का आकलन करना चाहिए, जिसमें व्यवस्थित पूर्वाग्रह भी शामिल है और क्या त्रुटि परिणाम स्तर के साथ बदलती है [31]। किसी व्यक्ति की ओर से बार-बार आने वाली विंडो को स्वतंत्र जोड़ी के रूप में नहीं माना जाना चाहिए। एक वर्गीकरणकर्ता विशेष गतिविधियों को गलत लेबल करते समय दैनिक कुल स्तर पर सहमत हो सकता है, या किसी व्यक्ति के समुच्चय में पूर्वाग्रह का परिचय देते हुए व्यक्तिगत युगों को अच्छी तरह से वर्गीकृत कर सकता है। मूल्यांकन को इच्छित उपयोग से मेल खाना चाहिए: वर्णनात्मक प्रोफाइलिंग, व्यक्तिगत निगरानी और समूह उपचार तुलना के लिए अलग-अलग त्रुटि सहनशीलता की आवश्यकता हो सकती है।

एक उपयुक्त स्थिर-जनसंख्या मॉडल के तहत लगभग सामान्य, स्वतंत्र त्रुटियों और दो मूल्यांकनों में समान त्रुटि भिन्नता और कोई बेहिसाब व्यवस्थित बदलाव के साथ, एक उदाहरणात्मक न्यूनतम पता लगाने योग्य परिवर्तन है $\mathrm{MDC}_{95} = 1.962\,\mathrm{SEM}$। SEM समापन बिंदु की मूल इकाइयों [30, 32] में माप की मानक त्रुटि है। जब त्रुटि दृढ़ता से आधारभूत स्तर पर निर्भर करती है, माप कार्यक्रम भिन्न होते हैं या त्रुटियां सहसंबद्ध होती हैं तो सूत्र में संशोधन की आवश्यकता होती है। नैदानिक रूप से बदलता प्रारंभिक पुनर्प्राप्ति समूह स्थिर परीक्षण-पुनः परीक्षण त्रुटि का अनुमान लगाने के लिए स्वचालित रूप से एक उपयुक्त नमूना नहीं है।

पता लगाने योग्य परिवर्तन महत्वपूर्ण परिवर्तन को परिभाषित नहीं करता है। एंकर आधारित व्याख्या के लिए एक बाहरी मानदंड की आवश्यकता होती है जो एक प्रासंगिक सुधार का प्रतिनिधित्व करता है और लक्ष्य निर्माण के साथ पर्याप्त विश्वसनीयता और जुड़ाव रखता है [32]। प्रारंभिक स्ट्रोक अनुसंधान ने एक्सेलेरोमेट्री सहित कई ऊपरी अंगों के परिणामों के लिए नैदानिक रूप से महत्वपूर्ण अंतर का अनुमान लगाया है, लेकिन ये अनुमान उपकरण, एंकर और पुनर्प्राप्ति संदर्भ से जुड़े हुए हैं [33]। उन्हें संख्यात्मक सादृश्य द्वारा नए समग्र स्कोर में स्थानांतरित नहीं किया जाना चाहिए।

पहनने योग्य समापन बिंदु के लिए, प्रासंगिक एंकर बेहतर कार्य स्वतंत्रता, मूल्यवान गतिविधि भागीदारी या सावधानीपूर्वक निर्दिष्ट डोमेन में रोगी द्वारा मूल्यांकित परिवर्तन से संबंधित हो सकता है। यदि सेंसर केवल हाथ की गति को पकड़ता है तो समग्र पुनर्प्राप्ति की वैश्विक रेटिंग बहुत व्यापक हो सकती है। योग्यता के बिना एकल सार्वभौमिक सीमा प्रस्तुत करने के लिए एकाधिक एंकर और अनिश्चितता अंतराल बेहतर हैं। समूह माध्य उपचार प्रभाव और व्यक्तिगत उत्तरदाता वर्गीकरण के लिए भी अलग-अलग व्याख्या की आवश्यकता होती है: सांख्यिकीय रूप से सटीक समूह अंतर को एक व्यक्तिगत एमडीसी से अधिक नहीं होना चाहिए, और किसी व्यक्ति के पता लगाने योग्य परिवर्तन को लाभकारी होने की आवश्यकता नहीं है।

धारा 8

अवलोकन विंडो और अनुपलब्ध डेटा

इच्छित जनसंख्या और समापन बिंदु के लिए निगरानी अवधि का अनुमान लगाया जाना चाहिए। दिन-प्रतिदिन की भिन्नता चिकित्सा, कार्यदिवस के दायित्वों, थकान, सामाजिक अवसर या यात्रा को प्रतिबिंबित कर सकती है। एक लंबा अंतराल चिकित्सकीय रूप से प्रासंगिक छोटी घटना को छिपाते हुए माध्य को स्थिर कर सकता है। बार-बार बेसलाइन अवधि यह निर्धारित कर सकती है कि कितने वैध दिन पर्याप्त सटीकता का समर्थन करते हैं, लेकिन विकल्प को परिणाम के नैदानिक अर्थ को संरक्षित करना चाहिए। ऊपरी अंग के सभी मापों के लिए पहनने की कोई एक पर्याप्त अवधि नहीं है [20, 29]।

वैधता नियमों को वास्तविक निष्क्रियता को गैर-पहनने से अलग करना चाहिए। गंभीर पैरेसिस, नींद, शांत स्थिरीकरण और डिवाइस को हटाने से कम त्वरण उत्पन्न हो सकता है। इसलिए सक्रिय वयस्कों में विकसित गैर-पहनने का नियम उन रोगियों को गलत वर्गीकृत कर सकता है जिनके लिए निगरानी की सबसे अधिक आवश्यकता है। पहनने की डायरी, संपर्क सेंसर या पूरक डेटा मदद कर सकते हैं, लेकिन प्रत्येक बोझ और संभावित त्रुटि का परिचय देता है। उपचार समूहों की तुलना करने से पहले नियम और किसी भी मैनुअल निर्णय को अंतिम रूप दिया जाना चाहिए।

घिसे-पिटे मेट्रिक्स एक समस्या का समाधान करते हैं जबकि संभावित रूप से दूसरी समस्या का परिचय देते हैं। प्रति वैध घंटे की गतिविधि के मिनट कुल दैनिक गतिविधि के बराबर नहीं हैं। एक प्रतिभागी जो मुख्य रूप से चिकित्सा के दौरान उपकरण पहनता है, उसकी दर उच्च हो सकती है और उसका दैनिक नमूना अप्रमाणिक हो सकता है। युग्मित सारांशों के लिए एक साथ द्विपक्षीय पहनावा आवश्यक है। रिपोर्ट में एकल औसत अनुपालन प्रतिशत की रिपोर्ट करने के बजाय नुकसान के कारणों को संरक्षित करते हुए, प्रतिभागी और समूह द्वारा नियोजित अवलोकन, कैप्चर किया गया समय, विश्लेषण योग्य समय, वैध दिन और बहिष्करण प्रदान करना चाहिए।

गुम होना विकलांगता, उपचार के बोझ, कथित लाभ या डिवाइस की उपयोगिता से संबंधित हो सकता है। पूर्ण-मामले का विश्लेषण यादृच्छिक जनसंख्या से भिन्न जनसंख्या का चयन कर सकता है। प्रतिरूपण को समापन बिंदु वितरण, लापता डेटा के समय और गुमशुदगी और परिणाम दोनों से जुड़े चर का सम्मान करना चाहिए; यह धारणाओं के बिना न देखे गए कार्यात्मक व्यवहार का पुनर्निर्माण नहीं कर सकता है। संवेदनशीलता विश्लेषण को प्राथमिक मान्यताओं से संभावित विचलन की जांच करनी चाहिए। डिवाइस की विफलता, नॉनवियर और एक इंटरकरंट क्लिनिकल घटना के लिए अलग-अलग विवरण की आवश्यकता होती है क्योंकि वे व्याख्या को अलग-अलग तरीके से प्रभावित करते हैं [29, 34]।

धारा 9

एक परीक्षण समापन बिंदु डिजाइन करना और नैदानिक उपयोगिता का परीक्षण करना

अनुमान ढाँचा उपचार की स्थितियों, जनसंख्या, चर, अंतरवर्ती घटना रणनीति और जनसंख्या-स्तरीय सारांश की पहचान करता है जो ब्याज के उपचार प्रभाव को परिभाषित करता है [34]। यह संरचना पुनर्वास समापन बिंदुओं के लिए उपयोगी है, तब भी जब कोई अध्ययन नियामक प्रस्तुत करने के लिए अभिप्रेत नहीं है। अस्पताल में भर्ती होना, बार-बार स्ट्रोक आना, अतिरिक्त थेरेपी और उपचार बंद करना पहनने योग्य परिणाम को बदल सकता है। आवंटन के बाद रोजमर्रा के प्रदर्शन के बारे में उपचार नीति का प्रश्न अस्पताल में भर्ती किए बिना प्रदर्शन के बारे में काल्पनिक प्रश्न से भिन्न होता है। एक घटना जो परिणाम को अपरिभाषित बनाती है उसे केवल शून्य गतिविधि निर्दिष्ट करके हल नहीं किया जा सकता है।

एक विश्वसनीय परीक्षण को अपने प्राथमिक पहनने योग्य समापन बिंदु, विश्लेषण विंडो, एकत्रीकरण, आधारभूत समायोजन और इन घटनाओं से निपटने को पूर्वनिर्धारित करना चाहिए। मूल्यांकन से पहले एल्गोरिदम को लॉक किया जाना चाहिए। नमूना आकार स्वतंत्र प्रतिभागियों, प्रभाव आकार, परिणाम भिन्नता, क्षरण और नियोजित विश्लेषण पर निर्भर करता है; लाखों युग एक संकीर्ण भागीदार नमूने की भरपाई नहीं कर सकते। एकाधिक सेंसर और एकत्रीकरण नियम चयनात्मक रिपोर्टिंग के अवसर पैदा करते हैं, इसलिए खोजपूर्ण तुलना पुष्टिकरण परीक्षणों से अलग रहनी चाहिए।

उपचार की संभाव्यता को प्रभावकारिता से अलग किया जाना चाहिए। क्रोनिक स्ट्रोक में कार्य-विशिष्ट प्रशिक्षण के एक खुराक-प्रतिक्रिया परीक्षण ने क्षमता पर अधिक निर्धारित आंदोलन अभ्यास का एक मोनोटोनिक लाभ स्थापित नहीं किया [35]। आईसीएआरई परीक्षण ने प्राथमिक परिणाम पर तुलनात्मक देखभाल की तुलना में इसके संरचित कार्य-उन्मुख कार्यक्रम की श्रेष्ठता नहीं दिखाई [36]। ये अध्ययन सभी पुनर्वास दृष्टिकोणों के मूल्य का निर्धारण नहीं करते हैं। वे दिखाते हैं कि क्यों बेहतर माप को एक विश्वसनीय तंत्र या बढ़ते सेंसर स्कोर को उपचार के दावे में बदलने के बजाय अच्छी तरह से डिज़ाइन की गई तुलनाओं का समर्थन करना चाहिए।

यदि डिवाइस फीडबैक प्रदान करता है, तो निगरानी हस्तक्षेप का हिस्सा बन जाती है। एक परीक्षण को निष्क्रिय अवलोकन को अनुस्मारक, लक्ष्य या चिकित्सक समीक्षा से अलग करना चाहिए, क्योंकि ये व्यवहार को बदल सकते हैं। लक्ष्य को केवल अंक बढ़ाने के लिए किए गए आंदोलनों के बजाय उपयोगी गतिविधि को पुरस्कृत करना चाहिए। यह संभावित परीक्षण के लिए डिज़ाइन संबंधी चिंता है, न कि यह दावा कि कोई विशेष प्रणाली हानिकारक व्यवहार का कारण बनती है। यदि निरंतर दैनिक भागीदारी लक्ष्य है तो फीडबैक वापसी के बाद लाभ की निरंतरता भी प्रासंगिक हो सकती है।

तालिका 3 में प्रस्तावित समापन बिंदु विनिर्देश इन विचारों को स्पष्ट निर्णयों से जोड़ता है। एक व्यवहार्य विकास अनुक्रम अवधारणा प्राप्ति और प्रयोज्यता के साथ शुरू होगा, प्रतिनिधि संदर्भ टिप्पणियों और बार-बार निगरानी के माध्यम से जारी रहेगा, और फिर स्वतंत्र साइटों पर एक लॉक किए गए समापन बिंदु का मूल्यांकन करेगा। नैदानिक उपयोगिता के लिए एक और तुलना की आवश्यकता है: क्या पहनने योग्य परिणाम तक पहुंच अन्यथा उपलब्ध मूल्यांकन की तुलना में निर्णय, रोगी परिणाम या संसाधन उपयोग में सुधार करती है? केवल बेहतर सहमति या जवाबदेही ही उस प्रश्न का उत्तर नहीं देती।

तालिका 3
पहनने योग्य परीक्षण समापन बिंदु के लिए प्रस्तावित न्यूनतम विशिष्टता

डोमेन	आवश्यक निर्णय	साक्ष्य या रिपोर्टिंग की आवश्यकता
संकल्पना	किस रोगी के कामकाज के प्रासंगिक पहलू को लक्षित किया जाता है	रोगी इनपुट, स्पष्ट निर्माण और गतिविधियाँ शामिल या बाहर की गईं
जनसंख्या	पुनर्प्राप्ति चरण, हानि सीमा और सेटिंग	प्रतिनिधित्व, बहिष्करण और उपसमूह अनिश्चितता
अधिग्रहण	प्लेसमेंट, नमूनाकरण, अंशांकन और एक साथ पहनना	डिवाइस और फ़र्मवेयर संस्करण, सत्यापन और विफलता मानदंड
प्रसंस्करण	फ़िल्टर, युग, वर्गीकरणकर्ता और एकत्रीकरण	प्रतिलिपि प्रस्तुत करने योग्य समीकरण या कोड, लॉक किए गए पैरामीटर और हर नियम
अवलोकन	नियोजित दिन, दैनिक विंडो और वैध पहनावा	प्रतिनिधित्व, कैद किया गया समय और गायब होने के कारण
व्याख्या	परिवर्तन की अभीष्ट दिशा और अर्थ	पूर्ण त्रुटि, प्रासंगिक आधार और अनिश्चितता
उपचार प्रभाव	जनसंख्या, उपचार विरोधाभास, परिवर्तनशील, घटनाएँ और सारांश	पूर्वनिर्धारित अनुमान, विश्लेषण और संवेदनशीलता विश्लेषण
प्रयोज्यता	रोगियों और अन्य उपयोगकर्ताओं से आवश्यक कार्य	इच्छित-उपयोगकर्ता परीक्षण, सहायता, बोझ और पूर्णता विफलताएँ
परिवहन	अपरिचित लोगों और सेटिंग्स के लिए दावा	स्वतंत्र मूल्यांकन और संस्करण-विशिष्ट प्रदर्शन

डिजिटल माप और परीक्षण सिद्धांतों का प्रस्तावित अनुप्रयोग [25, 26, 27, 28, 29, 34], कोई योग्यता प्रमाणपत्र या मान्य चेकलिस्ट नहीं।
धारा 10

पुनर्वास तर्क में परिणामों को एकीकृत करना

पहनने योग्य और नैदानिक निष्कर्षों की व्याख्या एक पैटर्न के रूप में की जानी चाहिए। अपरिवर्तित दैनिक गतिविधि के साथ बढ़ी हुई क्षमता अवसर, आदतों, थकान या माप कवरेज की जांच के लिए प्रेरित कर सकती है। स्थिर क्षमता के साथ बढ़ी हुई दैनिक गतिविधि मौजूदा क्षमता के बेहतर उपयोग, बदली हुई सहायता या एक अलग दिनचर्या का संकेत दे सकती है। दोनों में सुधार अभी भी आंदोलन-स्तर के साक्ष्य के बिना पुनर्स्थापन स्थापित नहीं करता है। तालिका 4 वैकल्पिक स्पष्टीकरण और आवश्यक अगले अवलोकन के साथ एक प्रस्तावित व्याख्या मैट्रिक्स प्रदान करती है; यह कोई डायग्नोस्टिक एल्गोरिथम नहीं है.

रिपोर्ट में यह बताया जाना चाहिए कि ठोस रूप में क्या देखा गया। उदाहरण के लिए, वैध दिन के समय पहनने के दौरान प्रभावित हाथ का सक्रिय समय बढ़ गया, जबकि कार्य क्षमता और रिपोर्ट की गई सहायता आवश्यकताएं अपरिवर्तित थीं। यह कथन माप और व्याख्या के बीच अंतर को बरकरार रखता है। यह रोगी को यह निर्णय लेने की भी अनुमति देता है कि देखे गए व्यवहार ने एक मूल्यवान गतिविधि प्रदान की है या नहीं। एक साधारण बढ़ता पुनर्प्राप्ति स्कोर उन रिश्तों को अस्पष्ट कर देगा।

कार्यान्वयन को वाचाघात, संज्ञानात्मक या दृश्य कठिनाइयों, गंभीर पैरेसिस, संवेदी हानि और सीमित समर्थन वाले लोगों का मूल्यांकन करना चाहिए, या साक्ष्य अनुपलब्ध होने पर इच्छित जनसंख्या को स्पष्ट रूप से प्रतिबंधित करना चाहिए। आवास में सहायता प्राप्त सेटअप, सुलभ

निर्देश या ऑफ़लाइन संग्रह शामिल हो सकते हैं। जांचकर्ताओं को रिपोर्ट देनी चाहिए कि कौन भाग नहीं ले सका और क्यों। V3+ प्रयोज्य सत्यापन के लिए रोगियों, देखभाल करने वालों और नैदानिक कर्मचारियों द्वारा किए गए कार्यों पर ध्यान देने की आवश्यकता है, बजाय यह मानने के कि पर्यवेक्षित अध्ययन में सफल पहनने से नियमित देखभाल में स्थानांतरित हो जाएगा [26]।

डेटा गवर्नेंस प्रतिलिपि प्रस्तुत करने योग्यता का हिस्सा है। अध्ययन में प्रासंगिक वीडियो, कच्चे संकेतों तक पहुंच, माध्यमिक एल्गोरिदम विकास, प्रतिधारण और संस्करण ट्रैकिंग के लिए सहमति निर्दिष्ट की जानी चाहिए। फ़र्मवेयर या प्रोसेसिंग परिवर्तन जैविक परिवर्तन के बिना समापन बिंदु को बदल सकता है। जहां कच्चा वीडियो साझा नहीं किया जा सकता है, वहां एनोटेशन परिभाषाएं, प्रोसेसिंग कोड, सिंथेटिक उदाहरण और उचित पहुंच व्यवस्थाएं अभी भी जांच में सुधार कर सकती हैं। ये प्रस्तावित रिपोर्टिंग प्रथाएँ हैं; गोपनीयता की बाधाओं का वर्णन किया जाना चाहिए न कि इसका उपयोग यह दर्शाने के लिए किया जाना चाहिए कि एक अपारदर्शी प्रसंस्करण पाइपलाइन प्रतिलिपि प्रस्तुत करने योग्य है।

तालिका 4
असंगत परिवर्तनों की प्रस्तावित व्याख्या

देखा गया पैटर्न	प्रशंसनीय व्याख्याएँ	अतिरिक्त अवलोकन की आवश्यकता है
क्षमता में सुधार होता है, गति अपरिवर्तित रहती है	सीमित स्थानांतरण, अपरिवर्तित अवसर या असंवेदनशील आंदोलन सारांश	गतिविधि संदर्भ, रोगी लक्ष्य और लक्ष्य व्यवहार का कवरेज
गति बढ़ती है, क्षमता अपरिवर्तित रहती है	मौजूदा क्षमता का अधिक उपयोग, बदली हुई दिनचर्या, सहायता या मुआवजा	कार्यात्मक लेबल, सहायता और कार्य सफलता
Use ratio improves, affected activity unchanged	कम प्रभावित हाथ की गतिविधि में गिरावट आई	पूर्ण अंग मान, कुल गतिविधि और वैध घिसाव दोनों
कार्य की सफलता में सुधार होता है, संयुक्त नियंत्रण अपरिवर्तित रहता है	प्रभावी मुआवज़ा या पर्यावरण अनुकूलन	किनेमेटिक्स और रोगी ने स्वतंत्रता को महत्व दिया
समग्रता में सुधार, मूल्यवान भागीदारी अपरिवर्तित	प्राथमिकता वाली गतिविधि या एंकर बेमेल के बाहर पता लगाने योग्य परिवर्तन	संरेखण, सार्थक-परिवर्तन साक्ष्य और रोगी साक्षात्कार का निर्माण करें
घिसाव कम होने के दौरान दैनिक स्कोर गिर जाता है	माप चयन, वास्तविक गतिविधि परिवर्तन या दोनों	पहनने का समय, गायब होने के कारण और संवेदनशीलता विश्लेषण

ये जांच करने के लिए प्रतिस्पर्धी परिकल्पनाएं हैं, न कि निदान या देखे गए उपचार प्रभाव। नैदानिक मूल्यांकन, द्विपक्षीय निगरानी और प्रासंगिक साक्ष्य पर एक साथ विचार किया जाना चाहिए।
धारा 11

सीमाएँ और अनुसंधान प्राथमिकताएँ

यह समीक्षा चयनात्मक है और कुल साहित्य का अनुमान नहीं लगाती है या एकत्रित तुलनात्मक प्रदर्शन प्रदान नहीं करती है। उपकरण, लेबल, जनसंख्या और अवलोकन कार्यक्रम विषम हैं। कई मूलभूत अध्ययनों में सीमित प्रतिभागी स्पेक्ट्रा हैं, जबकि कुछ हालिया रिपोर्टें छोटी

हैं या पूर्ण प्रकाशित-विधि मूल्यांकन की आवश्यकता है। नवीनतम डीएपीएस और उंगली-पहनने वाले निष्कर्षों का मूल्यांकन अमूर्त स्तर पर किया गया था, और स्रोत रजिस्टर उस सीमा को स्पष्ट करता है। प्रस्तावित तालिकाएँ माप तर्क और मौजूदा ढाँचे को एकीकृत करती हैं लेकिन सर्वसम्मति जाँच सूची के रूप में मान्य नहीं की गई हैं।

प्राथमिकता वाले अध्ययनों में स्वतंत्र प्रतिभागियों और साइटों में लॉक किए गए एल्गोरिदम का परीक्षण करना चाहिए, जिसमें असंरचित दैनिक व्यवहार शामिल होना चाहिए, गंभीरता के पार समापन बिंदु त्रुटि की मात्रा निर्धारित करनी चाहिए और रोगी के प्रासंगिक एंकरों के साथ अनुदैर्ध्य परिवर्तनों को जोड़ना चाहिए। लेबल को उद्देश्यपूर्ण हेरफेर, स्थिरीकरण और अन्य मूल्यवान गतिविधि को अलग करना चाहिए, बिना यह माने कि एक साझा नाम का मतलब एक साझा निर्माण है। अनुसंधान को यह भी जांचना चाहिए कि क्या बढ़ा हुआ सेंसर विवरण स्थापित मूल्यांकन से परे कार्रवाई योग्य जानकारी जोड़ता है, और क्या वह जानकारी व्यवहार में उपयोग किए जाने पर निर्णयों में सुधार करती है।

धारा 12

निष्कर्ष

ऊपरी अंग पहनने योग्य उपकरण क्लिनिक से परे गतिविधि का वर्णन करके स्ट्रोक पुनर्वास अनुसंधान को मजबूत कर सकते हैं। उनकी विश्वसनीयता त्वरण, कार्यात्मक गतिविधि, क्षमता, भागीदारी और बहाली के बीच अंतर को संरक्षित करने पर निर्भर करती है। एक उपयोगी डिजिटल समापन बिंदु व्याख्या से पहले इसके निर्माण, माप पाइपलाइन, अवलोकन विंडो, अनिश्चितता और इच्छित उपचार प्रभाव को निर्दिष्ट करता है। नैदानिक और आंदोलन-स्तर के आकलन के साथ मान्य दैनिक प्रदर्शन उपायों का संयोजन अधिक जानकारीपूर्ण परीक्षणों और अधिक सटीक पुनर्वास तर्क के लिए एक रक्षात्मक मार्ग प्रदान करता है।

लेखक

लेखक सूचना

सुमित चौधरी खोबे, बीएससी
संगत लेखक
शक्ति एवं कंडीशनिंग विभाग, BodyGNTX पुनर्वास संस्थान, यूएसए
0009-0008-1523-6493
गेर्गेली बिरो, एमएड
सह-लेखक
स्पोर्ट एनालिटिक्स, सेज्ड विश्वविद्यालय, हंगरी; शारीरिक शिक्षा के शिक्षक
0009-0002-3711-0628
सुनीता मल्होत्रा, एमएससी
सह-लेखक
क्लिनिकल रिसर्च एंड एथिकल बोर्ड समन्वयक, MMSx Authority Institute, यूएसए
0009-0007-2279-9764
पंकज मेहता, एमएससी

सह-लेखक
व्यायाम विज्ञान विभाग, GFFI फिटनेस अकादमी, यूएसए
0009-0009-5920-0158
जोश स्मिथ, पीएचडी
सह-लेखक
स्वतंत्र शोधकर्ता, क्लिनिकल पुनर्वास और खेल बायोमैकेनिक्स, कनाडा
0009-0008-1412-7076
घोषणाएँ

घोषणाएँ

फंडिंग
इस कार्य के लिए कोई विशेष धनराशि प्राप्त नहीं हुई।

प्रतिस्पर्धी रुचियाँ
लेखक गण घोषित करते हैं कि कोई प्रतिस्पर्धी हित नहीं हैं।

नैतिकता और सहमति
यह समीक्षा प्रकाशित साहित्य का संश्लेषण करती है। यह किसी नए प्रतिभागी की भर्ती, पहचाने जाने योग्य प्रतिभागी सामग्री या व्यक्तिगत स्तर के प्रयोगात्मक डेटा संग्रह की रिपोर्ट नहीं करता है; इसलिए नैतिक अनुमोदन की आवश्यकता नहीं थी।

डेटा उपलब्धता
कोई नया प्रायोगिक डेटासेट तैयार नहीं किया गया. संदर्भ सूची में स्रोतों की पहचान की गई है। स्रोत-सत्यापन और खोज रिकॉर्ड JMMBS संपादकीय कार्यालय के पास हैं और उचित अनुरोध पर उपलब्ध हैं।

एआई-असिस्टेड टूल्स का उपयोग
एआई-सहायता प्राप्त टूल ने साहित्य खोज, भाषा संपादन, संदर्भ जांच और दस्तावेज़ तैयार करने का समर्थन किया। कोई प्रतिभागी डेटा या प्रयोगात्मक परिणाम उत्पन्न नहीं हुए। लेखकों ने सामग्री की समीक्षा और सत्यापन किया और प्रकाशित लेख की पूरी जिम्मेदारी लेते हैं।

पत्राचार
सुमित चौधरी खोबे, बीएससी - JMMBS संपादकीय कार्यालय के माध्यम से, info@jmmbs.org।

संदर्भ

संदर्भ मूल अंग्रेज़ी में यथावत दिए गए हैं।

References

1. Lang CE, Bland MD, Bailey RR, Schaefer SY, Birkenmeier RL. Assessment of upper extremity impairment, function, and activity after stroke: foundations for clinical decision making. J Hand Ther. 2013;26(2):104–114; quiz 115.

https://doi.org/10.1016/j.jht.2012.06.005

2. Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. 1. A method for evaluation of physical performance. Scand J Rehabil Med. 1975;7(1):13–31. https://doi.org/10.2340/1650197771331
3. Lyle RC. A performance test for assessment of upper limb function in physical rehabilitation treatment and research. Int J Rehabil Res. 1981;4(4):483–492. https://doi.org/10.1097/00004356-198112000-00001
4. Levin MF, Kleim JA, Wolf SL. What do motor “recovery” and “compensation” mean in patients following stroke? Neurorehabil Neural Repair. 2009;23(4):313–319. https://doi.org/10.1177/1545968308328727
5. Bernhardt J, Hayward KS, Kwakkel G, Ward NS, Wolf SL, Borschmann K, et al. Agreed definitions and a shared vision for new standards in stroke recovery research: the Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable taskforce. Neurorehabil Neural Repair. 2017;31(9):793–799. https://doi.org/10.1177/1545968317732668
6. Kwakkel G, Lannin NA, Borschmann K, English C, Ali M, Churilov L, et al. Standardized measurement of sensorimotor recovery in stroke trials: consensus-based core recommendations from the Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. Neurorehabil Neural Repair. 2017;31(9):784–792. https://doi.org/10.1177/1545968317732662
7. van Hees VT, Gorzelniak L, Dean León EC, Eder M, Pias M, Taherian S, et al. Separating movement and gravity components in an acceleration signal and implications for the assessment of human daily physical activity. PLoS One. 2013;8(4):e61691. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061691
8. Uswatte G, Foo WL, Olmstead H, Lopez K, Holand A, Simms LB. Ambulatory monitoring of arm movement using accelerometry: an objective measure of upper-extremity rehabilitation in persons with chronic stroke. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(7):1498–1501. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.01.010
9. Uswatte G, Giuliani C, Winstein C, Zeringue A, Hobbs L, Wolf SL. Validity of accelerometry for monitoring real-world arm activity in patients with subacute stroke: evidence from the extremity constraint-induced therapy evaluation trial. Arch Phys Med Rehabil. 2006;87(10):1340–1345. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.06.006
10. Bailey RR, Lang CE. Upper-limb activity in adults: referent values using accelerometry. J Rehabil Res Dev. 2013;50(9):1213–1222. https://doi.org/10.1682/JRRD.2012.12.0222
11. Bailey RR, Klaesner JW, Lang CE. Quantifying real-world upper-limb activity in nondisabled adults and adults with chronic stroke. Neurorehabil Neural Repair. 2015;29(10):969–978. https://doi.org/10.1177/1545968315583720
12. Lang CE, Wagner JM, Edwards DF, Dromerick AW. Upper extremity use in people with hemiparesis in the first few weeks after stroke. J Neurol Phys Ther. 2007;31(2):56–63. https://doi.org/10.1097/NPT.0b013e31806748bd
13. Thrane G, Emaus N, Askim T, Anke A. Arm use in patients with subacute stroke monitored by accelerometry: association with motor impairment and influence on self-dependence. J Rehabil Med. 2011;43(4):299–304. https://doi.org/10.2340/16501977-0676
14. Waddell KJ, Strube MJ, Bailey RR, Klaesner JW, Birkenmeier RL, Dromerick AW, et al. Does task-specific training improve upper limb performance in daily life poststroke? Neurorehabil Neural Repair. 2017;31(3):290–300. https://doi.org/10.1177/1545968316680493
15. Lang CE, Waddell KJ, Klaesner JW, Bland MD. A method for quantifying upper limb performance in daily life using accelerometers. J Vis Exp. 2017;(122):55673. https://doi.org/10.3791/55673
16. Leuenberger K, Gonzenbach R, Wachter S, Luft A, Gassert R. A method to qualitatively assess arm use in stroke survivors in the home environment. Med Biol Eng Comput. 2017;55(1):141–150. https://doi.org/10.1007/s11517-016-1496-7

17. Lum PS, Shu L, Bochniewicz EM, Tran T, Chang LC, Barth J, et al. Improving accelerometry-based measurement of functional use of the upper extremity after stroke: machine learning versus counts threshold method. Neurorehabil Neural Repair. 2020;34(12):1078–1087. https://doi.org/10.1177/1545968320962483

18. Nieto EM, Lujan E, Mendoza CA, Arriaga Y, Fierro C, Tran T, et al. Accelerometry and the capacity–performance gap: case series report in upper-extremity motor impairment assessment post-stroke. Bioengineering (Basel). 2025;12(6):615. https://doi.org/10.3390/bioengineering12060615

19. Le Perf G, Pratola B, Mottet D, Laffont I, Bakhti K. Validity of FuncUseRatio for ecological monitoring of functional arm use after stroke: toward precision neurorehabilitation. J Neuroeng Rehabil. 2026;23:230. https://doi.org/10.1186/s12984-026-01978-9

20. Dhamrongsirivadh R, Pugliese BL, Civeriati V, Piela K, Fabara E, Vergara-Diaz G, et al. More than just arm movement: finger-worn accelerometers provide a valid and sensitive alternative to wrist-worn accelerometers for measuring real-world upper-limb performance in stroke survivors. Arch Phys Med Rehabil. 2026 Aug 31. Online ahead of print. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2026.08.015

21. Wang R, Lang CE, Stoykov ME, Bonato P, Lee SI. Assessment of upper-limb motor recovery after stroke using a wrist-worn accelerometer digital biomarker. Sci Transl Med. 2026;18(869):eadw3644. https://doi.org/10.1126/scitranslmed.adw3644

22. Senadheera I, Hettiarachchi P, Haslam B, Nawaratne R, Pollack M, Hillier S, et al. Combined individual experience and accelerometry measurement of upper limb use in daily activities in real time after stroke. Sensors (Basel). 2025;25(23):7330. https://doi.org/10.3390/s25237330

23. Collins GS, Moons KGM, Dhiman P, Riley RD, Beam AL, Van Calster B, et al. TRIPOD+AI statement: updated guidance for reporting clinical prediction models that use regression or machine learning methods. BMJ. 2024;385:e078378. https://doi.org/10.1136/bmj-2023-078378

24. Moons KGM, Damen JAA, Kaul T, Hooft L, Andaur Navarro C, Dhiman P, et al. PROBAST+AI: an updated quality, risk of bias, and applicability assessment tool for prediction models using regression or artificial intelligence methods. BMJ. 2025;388:e082505. https://doi.org/10.1136/bmj-2024-082505

25. Goldsack JC, Coravos A, Bakker JP, Bent B, Dowling AV, Fitzer-Attas C, et al. Verification, analytical validation, and clinical validation (V3): the foundation of determining fit-for-purpose for biometric monitoring technologies (BioMeTs). NPJ Digit Med. 2020;3:55. https://doi.org/10.1038/s41746-020-0260-4

26. Bakker JP, Barge R, Centra J, Cobb B, Cota C, Guo CC, et al. V3+ extends the V3 framework to ensure user-centricity and scalability of sensor-based digital health technologies. NPJ Digit Med. 2025;8(1):51. https://doi.org/10.1038/s41746-024-01322-2

27. Manta C, Patrick-Lake B, Goldsack JC. Digital measures that matter to patients: a framework to guide the selection and development of digital measures of health. Digit Biomark. 2020;4(3):69–77. https://doi.org/10.1159/000509725

28. Goldsack JC, Dowling AV, Samuelson D, Patrick-Lake B, Clay I. Evaluation, acceptance, and qualification of digital measures: from proof of concept to endpoint. Digit Biomark. 2021;5(1):53–64. https://doi.org/10.1159/000514730

29. US Food and Drug Administration. Digital health technologies for remote data acquisition in clinical investigations. Guidance for industry, investigators, and other stakeholders. December 2023. Accessed 10 November 2026. https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/digital-health-technologies-remote-data-acquisition-clinical-investigations

30. Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. J Strength Cond Res. 2005;19(1):231–240. https://doi.org/10.1519/15184.1

31. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet. 1986;327(8476):307–310. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(86)90837-8
32. de Vet HC, Terwee CB, Ostelo RW, Beckerman H, Knol DL, Bouter LM. Minimal changes in health status questionnaires: distinction between minimally detectable change and minimally important change. Health Qual Life Outcomes. 2006;4:54. https://doi.org/10.1186/1477-7525-4-54
33. Lang CE, Edwards DF, Birkenmeier RL, Dromerick AW. Estimating minimal clinically important differences of upper-extremity measures early after stroke. Arch Phys Med Rehabil. 2008;89(9):1693–1700. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.02.022
34. International Council for Harmonisation. E9(R1) addendum on estimands and sensitivity analysis in clinical trials to the guideline on statistical principles for clinical trials. Final version. 20 November 2019. Accessed 10 November 2026. https://database.ich.org/sites/default/files/E9-R1_Step4_Guideline_2019_1203.pdf
35. Lang CE, Strube MJ, Bland MD, Waddell KJ, Cherry-Allen KM, Nudo RJ, et al. Dose response of task-specific upper limb training in people at least 6 months poststroke: a phase II, single-blind, randomized, controlled trial. Ann Neurol. 2016;80(3):342–354. https://doi.org/10.1002/ana.24734
36. Winstein CJ, Wolf SL, Dromerick AW, Lane CJ, Nelsen MA, Lewthwaite R, et al. Effect of a task-oriented rehabilitation program on upper extremity recovery following motor stroke: the ICARE randomized clinical trial. JAMA. 2016;315(6):571–581. https://doi.org/10.1001/jama.2016.0276

उद्धरण

कृपया मूल अंग्रेज़ी लेख का हवाला दें:

Khobey, S. C., Bíró, G., Malhotra, S., Mehta, P., & Smith, J. (2026). Wearable Assessment of Upper Limb Recovery After Stroke: From Movement Signals to Meaningful Endpoints. *Journal of Movement Mechanics & Biomechanics Science*, *3*(2). https://doi.org/10.66078/jmmbs.2026.v3i2.021

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