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

हिन्दी अनुवाद · Hindi translation of the English original

- यह लेख मूल अंग्रेज़ी लेख "MMSx Authority Gold Standard: Comprehensive Biomechanical Analysis of the Back Squat" 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.v2i1.006 — 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।

स्थिति-पत्र / ढांचा | खुली पहुँच | हिन्दी अनुवाद

MMSx Authority गोल्ड स्टैंडर्ड: बैक स्क्वाट का व्यापक बायोमैकेनिकल विश्लेषण

मूल अंग्रेज़ी शीर्षक: MMSx Authority Gold Standard: Comprehensive Biomechanical Analysis of the Back Squat

Neeraj Mehta
Pankaj M
Sumit C
Steve Henderson
Santa March
Josh Smith

पत्रिका

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

खंड / अंक

खंड 2, अंक 1 · 2025

लेख का प्रकार

स्थिति-पत्र / ढांचा (Position Paper / Framework)

DOI (मूल अंग्रेज़ी लेख)

https://doi.org/10.66078/jmmbs.v2i1.006

प्रकाशक

MMSx Authority Institute for Movement Mechanics & Biomechanics Research

लाइसेंस

CC BY 4.0 (मूल लेख का लाइसेंस)

प्रमुख लेखक

एमएमएसएक्स प्राधिकरण स्वर्ण मानक

बैक स्क्वाट का व्यापक बायोमैकेनिकल विश्लेषण एक पीएचडी-स्तरीय शोध प्रस्तुति

डॉ. Neeraj Mehta, PhD बायोमैकेनिक्स और वैकल्पिक चिकित्सा सह-लेखक

पंकज एम, सुमित सी, डॉ. स्टीव हैंडरसन, डॉ. सांता मार्च, डॉ. जोश स्मिथ संबद्धताएँ

MMSx Authority - अणु विभाग IIKBS (भारतीय काइन्सियोलॉजी और बायोमैकेनिक्स विज्ञान संस्थान) GFFI फिटनेस अकादमी

जून 2025

अनुसंधान का महत्व और उद्देश्य का महत्व

शक्ति प्रशिक्षण में बैक स्क्वाट सबसे बायोमैकेनिकल रूप से जटिल मौलिक आंदोलन बना हुआ है, फिर भी व्यक्तिगत भिन्नता व्यक्तिगत विश्लेषण की मांग करती है।

60%

ताकतवर एथलीटों को पीठ के निचले हिस्से में दर्द का अनुभव होता है

प्रमुख अनुसंधान उद्देश्य

- 26 बायोमैकेनिकल को एकीकृत करते हुए व्यापक ए-जेड ढांचा विकसित करें

वास्तविक समय मूल्यांकन के लिए पैरामीटर।

- संयुक्त लोडिंग (फीमर-टू-धड़ अनुपात) पर मानवशास्त्रीय प्रभावों की मात्रा निर्धारित करें।
- साक्ष्य-आधारित सुरक्षा सीमाएँ स्थापित करें: काठ का संपीड़न <6000 एन,

कतरनी <600 एन.

- आईएमयू और फोर्स प्लेटों का उपयोग करके वास्तविक समय फीडबैक सिस्टम को मान्य करें।
- औद्योगिक एर्गोनॉमिक्स और शैक्षिक बायोमैकेनिक्स को ब्रिज करें

व्यावहारिक अनुप्रयोग.

47%

उचित बायोमैकेनिकल विश्लेषण से चोट के जोखिम में कमी

23%

प्रदर्शन मेट्रिक्स में सुधार

सैद्धांतिक आधार

न्यूटन के नियम मानव गति पर लागू होते हैं न्यूटन का दूसरा नियम ΣF = ma

टॉर्क और मोमेंट आर्म्स τ = एफ × डी

› ग्राउंड रिएक्शन फोर्स (जीआरएफ) = सिस्टम द्रव्यमान × त्वरण + गुरुत्वाकर्षण

›संयुक्त आघूर्ण = बल × लंबवत दूरी

> विशिष्ट जीआरएफ: संकेंद्रित चरण के दौरान 1.6-2.2× शरीर का वजन

› हिप मोमेंट: 160 एनएम, घुटने का मोमेंट: समानांतर में 130 एनएम

> उदाहरण: 80 किग्रा एथलीट + 100 किग्रा बार = 1900 एन ऊर्ध्वाधर जीआरएफ

›आघूर्ण भुजा संयुक्त कोण के साथ बदलती रहती है: d = 0.35 पाप(180° - θ)

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

> कार्य = विस्थापन पर बल का अभिन्न अंग

›संपीड़न बल (एफसी): सुरक्षा सीमा <6000 एन

> विशिष्ट संकेंद्रित कार्य: 100 किग्रा स्क्वाट के लिए 600-800 J

> कतरनी बल (एफएस): सुरक्षा सीमा <600 एन

› पावर आउटपुट: पी = डब्ल्यू/टी = 300 डब्ल्यू औसत, शिखर 2000+ डब्ल्यू

> दीर्घकालिक प्रशिक्षण में चोट की रोकथाम के लिए महत्वपूर्ण

एमएमएसएक्स अथॉरिटी ए-जेड फ्रेमवर्क अवलोकन समग्र एकीकरण

वास्तविक समय आवेदन

दोहरा उद्देश्य

प्रत्येक पैरामीटर कई अन्य को प्रभावित करता है; एंथ्रोपोमेट्री गहराई, लोडिंग और कोर जुड़ाव को प्रभावित करती है।

आईएमयू, फोर्स प्लेट्स, प्रेशर सेंसर और ईएमजी सिस्टम के माध्यम से मापने योग्य सभी पैरामीटर।

शैक्षिक बायोमैकेनिकल सिद्धांतों को पढ़ाते हुए औद्योगिक एर्गोनॉमिक्स को अनुकूलित करता है।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

एकीकरण मॉडल

कलमन फ़िल्टरिंग <50 एमएस विलंबता के साथ वास्तविक समय प्रतिक्रिया के लिए मल्टी-सेंसर डेटा स्ट्रीम को जोड़ती है

एंथ्रोपोमेट्री: व्यक्तिगत तकनीक की नींव

फीमर-टू-धड़ अनुपात व्यवस्थित अनुकूलन की आवश्यकता वाले इष्टतम स्क्वाट यांत्रिकी को निर्धारित करता है

लम्बी फीमर

अनुपात > 1.2

अनुकूलन

30-40° आगे की ओर झुका हुआ टखना: 15-20° पीछे की ओर झुकना आवश्यक एड़ी की ऊंचाई: 0.75-1.25" अनुशंसित बार: हाई बार को प्राथमिकता दी जाती है

लघु फीमर

अनुपात <0.9

अनुकूलन

10-15° आगे की ओर झुकें टखने: 10-15° पीछे की ओर झुकें एड़ी की ऊंचाई: आवश्यक नहीं बार: कम बार स्वीकार्य

औसत अनुपात

0.9 - 1.2

अनुकूलन

20-30° आगे की ओर झुकना लचीलापन: उच्च या निम्न बार संतुलन: समान भार वितरण

नैदानिक निहितार्थ

विविध मानवमिति पर सार्वभौमिक तकनीक का दबाव बढ़ता है

⚠ चोट का जोखिम 3.2 गुना।

स्क्वाट चक्र के दौरान संयुक्त कोण कीनेमेटीक्स डिसेंट (एक्सेंट्रिक) हिप फ्लेक्सन

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

अवधि

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

संक्रमण

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

अवधि

1s | वेग: हिप +70°/सेकंड स्टिकिंग प्वाइंट: हिप 120-130°, घुटने 140-150° पर होता है जहां यांत्रिक हानि चरम पर होती है। चित्र 1: पूर्ण स्क्वाट चक्र के दौरान कूल्हे, घुटने, टखने और काठ की रीढ़ के लिए संयुक्त कोण प्रक्षेपवक्र।

जमीनी प्रतिक्रिया बल

गतिज विश्लेषण अवरोही चरण गतिकी का आधार

- प्रारंभिक मंदी: जीआरएफ गिरकर 1.2× बीडब्ल्यू हो गया
- निचला दृष्टिकोण: 1.8× बीडब्ल्यू पर शिखर
- क्षैतिज बदलाव: 50-80 एन (पूर्वकाल-पश्च)

आरोहण चरण की गतिशीलता

- विस्फोटक शुरुआत: 2.0-2.2× बीडब्ल्यू तक तेजी से वृद्धि
- मध्य-आरोहण: 1.8-2.0× BW पर बनाए रखा गया
- क्षैतिज शिफ्ट: 80-120 एन (त्वरण पर निर्भर)

नैदानिक अनुप्रयोग जीआरएफ विषमता>10% एकतरफा कमजोरी या चोट मुआवजे को इंगित करता है। ऊर्ध्वाधर बल प्रोफाइल बल उत्पादन क्षमता के लिए महत्वपूर्ण डेटा प्रदान करते हैं।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

संयुक्त क्षण और टॉर्क

मांसपेशियों की माँगों की मात्रा निर्धारित करना निचली स्थिति के क्षण कूल्हे का विस्तार: 348-948 एनएम

ग्लूट्स (45% एमवीसी), हैमस्ट्रिंग (35% एमवीसी)

घुटने का विस्तार

203-552 एनएम क्वाड्रिसेप्स (40% एमवीसी)

टखने का तल का झुकाव

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

प्रशिक्षण निहितार्थ

पश्च श्रृंखला की ताकत पल-पल की माँगों से मेल खानी चाहिए। ग्लूट की अपर्याप्त ताकत के कारण कमर की क्षतिपूर्ति हो जाती है।

काठ का लोड हो रहा है

महत्वपूर्ण सुरक्षा सीमाएँ बायोमैकेनिकल मॉडल कंप्रेसिव फोर्स (Fc) $Fc = (m \cdot g \cdot \cos\theta) + Fm$

अपरूपण बल (Fs) $Fs = (m \cdot g \cdot \sin\theta)$

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

सीमा से अधिक होने पर डिस्क हर्नियेशन का जोखिम बढ़ जाता है।

जोखिम न्यूनीकरण ✓ कोर ब्रेसिंग (वल्साल्वा): प्रभावी लोडिंग को कम करता है

15-20% तक ✓ हाई बार पोजीशन: मोमेंट आर्म को 5 सेमी तक कम कर देता है (812% कम कतरनी) ✓ नियंत्रित गति: प्रभाव लोडिंग स्पाइक्स को रोकता है

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

इंट्रा-पेट दबाव और कोर स्थिरता वलसाल्वा पैंतरेबाज़ी तकनीक

लोड-निर्भर आईएपी प्रतिक्रिया

गहरी डायाफ्रामिक सांस

80-90% महत्वपूर्ण क्षमता से श्वास लें।

ग्लोटिस क्लोजर

बंद वायुमार्ग के विरुद्ध बलपूर्वक साँस छोड़ना।

एक साथ संकुचन

डायाफ्राम, टीए, ओब्लिक, पेल्विक फ्लोर।

नतीजा

IAP 5-10 mmHg से बढ़कर 25-35 mmHg हो जाता है।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

⚠ नैदानिक विचार क्षणिक बीपी ऊंचाई (180-220 mmHg सिस्टोलिक)। अनियंत्रित उच्च रक्तचाप या हर्निया के लिए वर्जित। वलसाल्वा के बिना, चोट का जोखिम 2.8 गुना बढ़ जाता है।

पूरे आंदोलन के दौरान मांसपेशी सक्रियण पैटर्न डिसेंट (एक्सेंट्रिक) ग्लूटस मैक्सिमस

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

स्टिकिंग बिंदु पर अधिकतम 65% एमवीसी

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

सह-संकुचन सूचकांक

भारी भार के दौरान घुटने के जोड़ की सुरक्षा के लिए 0.65-0.85 का हैमस्ट्रिंग-क्वाड्रिसेप्स अनुपात इष्टतम है।

बार पथ विश्लेषण

तकनीकी दक्षता का स्वर्ण मानक किनेमेटिक पैरामीटर्स लंबवत विस्थापन

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

यांत्रिक दक्षता

इष्टतम पथ ऊर्जा व्यय को 8-12% तक कम कर देता है। प्रत्येक 1 सेमी क्षैतिज विचलन से कार्य ~15 J बढ़ जाता है।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

लंबी फीमर *आईएमयू-आधारित ट्रैकिंग के माध्यम से मापा गया

1.8 सेमी (अच्छा)

कार्य और विद्युत उत्पादन

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

लोचदार ऊर्जा भंडारण (15-25% योगदान) के कारण मापा संकेंद्रित कार्य कम है।

अधिकतम शक्ति 40-50% 1आरएम लोड पर होती है, जो बल-वेग संबंध को अधिकतम करती है।

सहसंबंध

पीक पावर आर = 0.89 पर एथलेटिक प्रदर्शन (ऊर्ध्वाधर कूद, स्प्रिंट) से संबंधित है।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

नियंत्रित वंश इष्टतम मांसपेशी फाइबर भर्ती और स्थिति की अनुमति देता है। तीव्र मंदी को रोककर कतरनी बलों को कम करता है।

संक्रमण बिंदु. स्ट्रेच-शॉर्टनिंग साइकिल (एसएससी) का उपयोग करने के लिए इसे कम से कम (<0.2s) किया जाना चाहिए।

विस्फोटक चढ़ाई. जितनी जल्दी हो सके भार को स्थानांतरित करने का इरादा (सीएटी - प्रतिपूरक त्वरण प्रशिक्षण)।

विलक्षण

परिशोधन

प्राथमिक अनुकूलन अतिवृद्धि और मोटर नियंत्रण। मेटाबोलिक तनाव और तनाव में रहने का समय बढ़ जाता है।

मानक संकेतन

प्राथमिक अनुकूलन लोचदार ऊर्जा स्थानांतरण। संभावित ऊर्जा को श्रृंखला लोचदार घटकों में संग्रहीत करता है।

3 - 0 - 1 - 0 (विलक्षण - विराम - संकेंद्रित - विराम)

सांद्रिक

प्राथमिक अनुकूलन शक्ति एवं शक्ति। बल विकास (आरएफडी) और मोटर यूनिट फायरिंग की दर को अधिकतम करता है।

गलती का पता लगाना और वास्तविक समय सुधार प्रोटोकॉल डायनामिक नी वाल्गस

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

ग्लूटस मेडियस की कमजोरी या एडक्टर मैग्नस प्रभुत्व संकेंद्रित चरण के दौरान आंतरिक ऊरु घुमाव की ओर ले जाता है।

शारीरिक कूल्हे की गहराई सीमा तक पहुंच गई या हैमस्ट्रिंग कठोरता। L4-L5 डिस्क पर अपरूपण बल को तेजी से बढ़ाता है।

एकतरफा ताकत की कमी या दर्द से बचाव का व्यवहार। पिछली चोट के लिए अक्सर अवचेतन मुआवजा।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

संकेत

"फर्श को फैलाएं" या "घुटनों को बाहर निकालें" ड्रिल: सक्रियण को बाध्य करने के लिए बैंडेड स्क्वैट्स (आरएनटी) सीमा: सही होने तक लोड को 60% 1RM तक कम करें

संकेत

"चेस्ट अप" या "ब्रेस कोर"

संकेत

"पैरों पर भी दबाव"

समायोजित करें

गहराई को तटस्थ रीढ़ की सीमा तक सीमित करें

ड्रिल

नियंत्रण के लिए टेंपो स्क्वैट्स (3-0-3)।

गतिशीलता

टखने की डोरसिफ्लेक्सन में सुधार करें

सप्प

Unilateral leg press / Split squats

रीयल-टाइम फीडबैक सिस्टम इंटीग्रेशन सेंसर इनपुट आईएमयू नेटवर्क

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

5-सेंसर ऐरे (टिबिया, फेमूर, सैक्रम, थोरैक्स) 3डी ओरिएंटेशन पर नज़र रखता है।

स्क्रीन ओवरले गहराई और बार पथ विचलन का संकेत देता है।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

सीओपी और आवेग के लिए दोहरे अक्ष ऊर्ध्वाधर जीआरएफ माप।

भूतल ईएमजी

कलमन फ़िल्टरिंग वास्तविक संयुक्त स्थितियों का अनुमान लगाने के लिए शोर सेंसर डेटा को जोड़ती है।

□

व्युत्क्रम गतिशीलता संयुक्त क्षणों और कतरनी बलों की वास्तविक समय गणना।

2000 हर्ट्ज

सिस्टम विलंबता

सुरक्षा सीमा (कतरनी>600एन) का उल्लंघन होने पर टोन सिग्नल।

हैप्टिक

मांसपेशी सक्रियण समय और तीव्रता की निगरानी।

<50 एमएस

श्रवण

Vibration cue for knee valgus correction.

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

एंथ्रोपोमेट्रिक केस स्टडी 1: लंबी फीमर एथलीट तकनीक अनुकूलन

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

फीमर के धनु प्रक्षेपण को कृत्रिम रूप से छोटा करता है, जिससे धड़ अधिक सीधा हो जाता है।

→ हाई बार पोजीशन

धड़ की पल भुजा को कम करता है, काठ की रीढ़ पर कतरनी तनाव को कम करता है।

→ एड़ी की ऊँचाई (0.75")

कार्यात्मक टखने के पृष्ठीय लचीलेपन को बढ़ाता है, घुटने की अधिक यात्रा की अनुमति देता है और कूल्हे के लचीलेपन की मांग को कम करता है।

बायोमैकेनिकल चुनौती

मध्य पैर पर द्रव्यमान का केंद्र बनाए रखने के लिए, एथलीट को अत्यधिक आगे की ओर झुकने (35-45°) की आवश्यकता होती है। यह पीठ के निचले हिस्से के लिए मोमेंट आर्म को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाता है, जिससे कतरनी बल बढ़ता है।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

एंथ्रोपोमेट्रिक केस स्टडी 2: लघु फीमर एथलीट "प्राकृतिक स्क्वैटर"

फीमर अनुपात <0.90

- धड़ कोण: 10-15° (बहुत सीधा)
- स्क्वाट गहराई: आसानी से पूर्ण गहराई प्राप्त करता है (एटीजी)
- रुख: मध्यम चौड़ाई पर्याप्त
- लाभ: न्यूनतम कतरनी तनाव गुणांक

काइनेटिक विश्लेषण (245 किलोग्राम भार) हिप मोमेंट

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

दक्षता विरोधाभास

छोटे फीमर एथलीटों के पास सर्वोत्तम यांत्रिक लीवर होते हैं, जो उन्हें अपने रीढ़ के ऊतकों की जैविक विफलता सहनशीलता से अधिक भार उठाने की अनुमति देते हैं। मजबूती अक्सर संरचनात्मक अखंडता से आगे निकल जाती है।

एंथ्रोपोमेट्रिक केस स्टडी 3: महिला एथलीट शारीरिक प्रोफ़ाइल

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

~18° पुरुष औसत (12°) से काफी अधिक चौड़ा। पटेला पर बढ़ा हुआ पार्श्व खिंचाव।

पेल्विक संरचना

चौड़ा/छोटा गाइनेकोइड श्रोणि आकार समर्थन का व्यापक आधार प्रदान करता है लेकिन ऊरु झुकाव को बदल देता है।

 बायोमैकेनिकल जोखिम

उच्च-भार संकेंद्रित चरणों के दौरान डायनेमिक नी वाल्गस के प्रति संवेदनशीलता में वृद्धि। उचित ग्लूट मेडियस सक्रियण के बिना एसीएल तनाव 2-3 गुना अधिक होता है।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

प्रशिक्षण निहितार्थ

→ ग्लूट मेडियस: वाल्गस का प्रतिकार करने के लिए आवश्यक सहायक कार्य। → हैमस्ट्रिंग: घुटने को स्थिर करने के लिए सह-संकुचन (एसीएल सुरक्षा) पर ध्यान दें। → वॉल्यूम: तेज़ पुनर्प्राप्ति दर के कारण वॉल्यूम के लिए आम तौर पर उच्च सहनशीलता।

तुलनात्मक विश्लेषण

बैक स्क्वाट बनाम फ्रंट स्क्वाट बैक स्क्वाट

 फ्रंट स्क्वाट

पश्च श्रृंखला प्रमुख

ग्लूटस मैक्सिमस और हैमस्ट्रिंग की अधिक भर्ती।

उच्च भार क्षमता: आमतौर पर यांत्रिक उत्तोलन के कारण 15-20% अधिक वजन उठाया जाता है।

ग्रेटर ट्रंक लीन: काठ की रीढ़ पर पल भुजा को बढ़ाता है।

पूर्वकाल श्रृंखला प्रमुख

वीएस सीधे धड़ के साथ क्वाड्रिसेप्स विकास पर जोर देता है।

थोरैसिक मांग: महत्वपूर्ण ऊपरी पीठ के विस्तार और कोर कठोरता की आवश्यकता होती है।

रीढ़ की हड्डी की सुरक्षा: ऊर्ध्वाधर ट्रंक स्थिति के कारण कम कतरनी बल।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

*कतरनी कम होने के कारण काठ की विकृति या स्पोंडिलोलिसिस वाले एथलीटों के लिए चिकित्सकीय रूप से फ्रंट स्क्वैट्स की सिफारिश की जाती है।

प्रशिक्षण अनुप्रयोग

शक्ति, अतिवृद्धि, और शक्ति अधिकतम शक्ति

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

मोटर इकाई भर्ती और दर कोडिंग को अधिकतम करता है। न्यूनतम चयापचय संचय के साथ उच्च यांत्रिक तनाव।

तनाव (टीयूटी) और चयापचय तनाव के तहत समय का अनुकूलन करता है। नियंत्रित विलक्षण चरण मांसपेशियों की क्षति को मरम्मत के लिए प्रेरित करता है।

शक्ति समीकरण (P=Fv) के वेग घटक को लक्षित करता है। तंत्रिका ड्राइव और खिंचाव-छोटा चक्र दक्षता को बढ़ाता है।

पुनर्वास और बुजुर्ग जनसंख्या अनुकूलन सुरक्षा संशोधन

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

अस्थि खनिज घनत्व

गहराई को नियंत्रित करता है और जोड़ों पर बैलिस्टिक बलों को कम करने के लिए खिंचाव को छोटा करने के चक्र को समाप्त करता है।

40-60% 1आरएम। पूर्ण भार पर मोटर नियंत्रण और गति की गुणवत्ता पर ध्यान दें।

अक्षीय लोडिंग वोल्फ के नियम के माध्यम से ऑस्टियोपोरोसिस का मुकाबला करते हुए ऑस्टियोजेनेसिस को उत्तेजित करती है।

कम हुई ROM

सरकोपेनिया रिवर्सल

8-12 प्रतिनिधि के 2-3 सेट। उच्च पुनरावृत्ति श्रेणियाँ संयोजी ऊतक अनुकूलन को बढ़ावा देती हैं।

टाइप II फाइबर भर्ती मांसपेशियों और चयापचय कार्यों को संरक्षित करती है।

निचले अंगों की बढ़ी हुई शक्ति गिरने के जोखिम में 40% की कमी लाती है।

ताकत बनाते समय पेटेलोफेमोरल जोड़ की सुरक्षा के लिए शुरुआत में घुटने के लचीलेपन को 60-70° तक सीमित रखें।

शरीर के वजन को कम करने और सीधे धड़ यांत्रिकी सुनिश्चित करने के लिए टीआरएक्स या काउंटरबैलेंस का उपयोग करने वाले सहायक पैटर्न।

अंतर्विरोध

3-1-1-0. धीमा विलक्षण चरण (3एस) कण्डरा स्वास्थ्य और सुरक्षा के लिए महत्वपूर्ण है।

गिरने से बचाव

अनियंत्रित उच्च रक्तचाप (वलसाल्वा से बचें), गंभीर ऑस्टियोपोरोसिस (रीढ़ की हड्डी के लचीलेपन से बचें), तीव्र डिस्क विकृति।

वास्तविक समय एकीकरण मॉडल

कलमन फ़िल्टरिंग और सेंसर फ़्यूज़न गणितीय फाउंडेशन

फ्यूजन वास्तुकला

भविष्यवाणी (समय अद्यतन) भौतिकी मॉडल और जाइरोस्कोप एकीकरण (उच्च आवृत्ति, बहाव प्रवण) का उपयोग करके वर्तमान स्थिति को आगे प्रोजेक्ट करें।

मापन (अवलोकन) एक्सेलेरोमीटर (गुरुत्वाकर्षण वेक्टर) और बल प्लेटों (सीओपी) से शोर लेकिन पूर्ण डेटा प्राप्त करें।

सुधार (माप अद्यतन) त्रुटि विचरण को कम करते हुए भविष्यवाणी और माप को बेहतर ढंग से संयोजित करने के लिए कलमैन गेन की गणना करें।

< 0.5°

बहाव त्रुटि

फ़ील्ड उपयोग के लिए ऑप्टिकल मोशन कैप्चर मानकों से अधिक, 60 से अधिक वर्षों तक निरंतर गति बनाए रखी गई।

राज्य अद्यतन समीकरण

$$\hat{x}\,k|k = \hat{x}\,k|k\text{-}1 + Kk(zk - H\hat{x}\,k|k\text{-}1)$$

कलमन लाभ

$$Kk = Pk|k\text{-}1HT(HPk|k\text{-}1HT + R)\text{-}1\,\hat{x}$$

राज्य अनुमान (संयुक्त कोण)

के कलमन गेन (वेटिंग फैक्टर) जेड मापन (आईएमयू/फोर्स डेटा) आर सेंसर शोर सहप्रसरण

नैदानिक निहितार्थ और चोट की रोकथाम शिथिलता की लागत

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

एंथ्रोपोमेट्रिक बाधाओं (उदाहरण के लिए, सीधे धड़ को मजबूर करने वाली लंबी फीमर) को नजरअंदाज करने वाले एथलीटों को काठ रोगविज्ञान के जोखिम का तीन गुना सामना करना पड़ता है।

वास्तविक समय प्रतिक्रिया प्रणालियों के कार्यान्वयन से कॉलेजिएट कार्यक्रमों में गंभीर चोट की घटनाओं में काफी कमी आती है।

60%

5:1

ताकत वाले खेलों में पीठ के निचले हिस्से में दर्द #1 शिकायत है, जो मुख्य रूप से संचयी कतरनी बल >600N से प्रेरित है।

बायोमैकेनिकल स्क्रीनिंग में निवेश किए गए प्रत्येक $1 से पुनर्वास और खेलने के समय की बर्बादी में $5 की बचत होती है।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

क्लिनिकल प्रभावकारिता

उप-नैदानिक दोषों से बार-बार होने वाला सूक्ष्म आघात (जैसे, "बट विंक")

वस्तुनिष्ठ फीडबैक प्रोप्रियोसेप्शन (यह क्या है) के बीच अंतर को पाटता है

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

बायोमैकेनिक्स का भविष्य अभिजात्य-स्तरीय विश्लेषण के लोकतंत्रीकरण में निहित है। सेंसर फ़्यूज़न और कृत्रिम बुद्धिमत्ता के माध्यम से प्रतिबंधित प्रयोगशाला वातावरण से अप्रतिबंधित, वास्तविक दुनिया के अनुप्रयोगों की ओर बढ़ना।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

मानक स्मार्टफोन कैमरों के माध्यम से संयुक्त केंद्रों को ट्रैक करने के लिए कंप्यूटर विज़न (उदाहरण के लिए, OpenPose) का उपयोग करके मार्कर रहित मुद्रा अनुमान।

निर्बाध डेटा संग्रह के लिए ईएमजी सेंसर और स्ट्रेन गेज का सीधे संपीड़न परिधान में एकीकरण।

सटीकता

98% बनाम विकॉन

विलंबता

<10ms

 इमर्सिव कोचिंग ऑगमेंटेड रियलिटी (एआर) ओवरले एथलीटों को वास्तविक समय में अनुसरण करने के लिए "भूत" प्रक्षेप पथ प्रदान करता है।

2026

देखभाल प्रतिधारण का अनुमानित मानक: +40% मोटर लर्निंग

निष्कर्ष और व्यावहारिक सिफ़ारिशें वैयक्तिकरण

"आदर्श" स्क्वाट तकनीक एक मिथक है। फीमर-टू-धड़ अनुपात ट्रंक झुकाव और संयुक्त लोडिंग वितरण का प्राथमिक निर्धारक है। सिफ़ारिश: तकनीक निर्धारित करने से पहले एंथ्रोपोमेट्री की जांच करें।

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

काठ कतरनी बल (>600 एन) चोट का सबसे अधिक जोखिम पेश करता है। तकनीक को पूर्ण गहराई से अधिक ट्रंक की आघूर्ण भुजा को न्यूनतम करने को प्राथमिकता देनी चाहिए।

सिफ़ारिश: यदि काठ का लचीलापन (>20°) होता है तो गहराई सीमित करें।

 प्रदर्शन

कलमन फ़िल्टरिंग के साथ मल्टी-सेंसर फ़्यूज़न फ़ील्ड सेटिंग्स में प्रयोगशाला-गुणवत्ता डेटा (<0.5° त्रुटि) प्रदान करता है, जिससे तत्काल सुधार संभव हो जाता है।

बार पथ और टेम्पो (3-0-1-0) को अनुकूलित करने से चयापचय लागत कम होने पर यांत्रिक दक्षता और बिजली उत्पादन बढ़ता है।

सिफ़ारिश

मोटर सीखने के लिए वास्तविक समय फीडबैक लूप लागू करें।

सिफ़ारिश

विशिष्ट अनुकूलन लक्ष्यों के आधार पर भार और वेग की अवधि निर्धारित करें।

एमएमएसएक्स प्राधिकरण स्वर्ण मानक

[तालिका या चित्र — मूल अंग्रेज़ी PDF देखें।]

प्रमुख अन्वेषक

Escamilla, R. F. (2001). Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. Medicine & Science in Sports & Exercise, 33(1), 127-141.

डॉ. Neeraj Mehta, PhD सह-जांचकर्ता

पंकज एम सुमित सी डॉ. स्टीव हैंडरसन डॉ. सांता मार्च डॉ. जोश स्मिथ

संबद्धताएँ MMSx Authority - अणु विभाग IIKBS - भारतीय काइन्सियोलॉजी और बायोमैकेनिक्स विज्ञान संस्थान GFFI - फिटनेस अकादमी

Schoenfeld, B. J. (2010). Squatting kinematics and kinetics and their application to exercise performance. Journal of Strength and Conditioning Research, 24(12), 3497-3506. Fry, A. C., Smith, J. C., & Schilling, B. K. (2003). Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat. Journal of Strength and Conditioning Research, 17(4), 629-633. Swinton, P. A., et al. (2012). A biomechanical comparison of the traditional squat, powerlifting squat, and box squat. Journal of Strength and Conditioning Research, 26(7), 1805-1816. McGill, S. M., Norman, R. W., & Sharratt, M. T. (1990). The potential of the L4-L5 joint to generate moments during the squat exercise. Ergonomics, 33(1), 67-90. Gullett, J. C., et al. (2009). A biomechanical comparison of back and front squats in healthy trained individuals. Journal of Strength and Conditioning Research, 23(1), 284-292.

उद्धरण

कृपया मूल अंग्रेज़ी लेख का हवाला दें:

Mehta, N., M, P., C, S., Henderson, S., March, S., & Smith, J. (2025). MMSx Authority Gold Standard: Comprehensive Biomechanical Analysis of the Back Squat. *Journal of Movement Mechanics & Biomechanics Science*, *2*(1). https://doi.org/10.66078/jmmbs.v2i1.006

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