Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2
ISSN No: 3049-4176

राष्ट्रीय स्तर के एथलीटों की स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस स्थिति, शारीरिक रूपरेखा एवं प्रतिरक्षा संबंधी लक्षण: क्रिकेट, वॉलीबॉल एवं फुटबॉल में तुलनात्मक विश्लेषण

भगवती प्रसाद अहिरवार
शोधार्थी, शारीरिक शिक्षा विभाग,साबरमती विश्वविद्यालय, अहमदाबाद, गुजरात
डॉ. पंकज गायकवाड़
शोध पर्यवेक्षक: ,शारीरिक शिक्षा विभाग, साबरमती विश्वविद्यालय, अहमदाबाद, गुजरात

सारांश
राष्ट्रीय स्तर के एथलीटों की शारीरिक क्षमता, स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस तथा प्रतिरक्षा प्रणाली का स्तर उनके खेल प्रदर्शन को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करता है। विभिन्न खेलों की प्रकृति एवं शारीरिक आवश्यकताओं के कारण खिलाड़ियों की शारीरिक संरचना, फिटनेस स्तर तथा प्रतिरक्षा संबंधी विशेषताओं में उल्लेखनीय भिन्नताएँ पाई जाती हैं। प्रस्तुत अध्ययन का उद्देश्य राष्ट्रीय स्तर के क्रिकेट, वॉलीबॉल एवं फुटबॉल खिलाड़ियों की स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस स्थिति, शारीरिक रूपरेखा तथा प्रतिरक्षा संबंधी लक्षणों का तुलनात्मक विश्लेषण करना है। अध्ययन में स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस के प्रमुख घटकों, जैसे शरीर संरचना, हृदय-श्वसन सहनशक्ति, मांसपेशीय शक्ति, मांसपेशीय सहनशीलता एवं लचीलापन के साथ-साथ ऊँचाई, वजन, बॉडी मास इंडेक्स तथा शरीर वसा प्रतिशत जैसी शारीरिक रूपरेखाओं का मूल्यांकन किया गया है। इसके अतिरिक्त प्रतिरक्षा संबंधी लक्षणों, जैसे संक्रमण की आवृत्ति, प्रशिक्षण के पश्चात् प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया तथा खिलाड़ियों के समग्र स्वास्थ्य की स्थिति का भी तुलनात्मक अध्ययन किया गया है। अध्ययन में विभिन्न खेलों की प्रशिक्षण पद्धतियों, कार्यभार, खेल-विशिष्ट मांगों तथा शारीरिक अनुकूलनों के प्रभाव का विश्लेषण करते हुए यह समझने का प्रयास किया गया है कि किस प्रकार खेल की प्रकृति खिलाड़ियों की स्वास्थ्य एवं प्रतिरक्षा क्षमता को प्रभावित करती है। अध्ययन से प्राप्त निष्कर्ष प्रशिक्षकों, खेल वैज्ञानिकों, फिजियोथेरेपिस्टों तथा खेल चिकित्सा विशेषज्ञों के लिए उपयोगी सिद्ध होंगे तथा खिलाड़ियों के प्रशिक्षण कार्यक्रम, पोषण प्रबंधन, फिटनेस विकास एवं चोटों की रोकथाम हेतु वैज्ञानिक आधार प्रदान करेंगे। साथ ही, यह अध्ययन खेल-विशिष्ट शारीरिक एवं प्रतिरक्षा संबंधी विशेषताओं को समझने तथा खिलाड़ियों के दीर्घकालिक प्रदर्शन एवं स्वास्थ्य संवर्धन के लिए प्रभावी रणनीतियों के विकास में भी महत्वपूर्ण योगदान देगा।

मुख्य शब्द: स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस, शारीरिक रूपरेखा, प्रतिरक्षा संबंधी लक्षण, राष्ट्रीय स्तर के एथलीट, तुलनात्मक विश्लेषण

1. परिचय

1.1 अध्ययन की पृष्ठभूमि

इक्कीसवीं शताब्दी में प्रतिस्पर्धात्मक खेल मुख्यतः कौशल-आधारित गतिविधि से रूपांतरित होकर एक वैज्ञानिक रूप से संचालित उपक्रम बन चुका है, जिसमें मापन योग्य शारीरिक विशेषताएँ प्रदर्शन की सीमाओं का निर्धारण करती हैं। राष्ट्रीय स्तर के प्रतिस्पर्धियों को पृथक करने वाला अंतर अब इतना सूक्ष्म हो गया है कि केवल तकनीकी दक्षता परिणामों में भेद उत्पन्न नहीं कर पाती। इसके स्थान पर वह शारीरिक आधार निर्णायक बन गया है जिस पर तकनीक का निष्पादन होता है। इस आधार में मांसपेशीय शक्ति, मांसपेशीय सहनशक्ति, जोड़ों का लचीलापन, हृदय-श्वसन क्षमता एवं शरीर संरचना सम्मिलित हैं, जिन्हें खेल विज्ञान साहित्य में सामूहिक रूप से स्वास्थ्य-संबंधी शारीरिक फिटनेस कहा जाता है। इनमें से प्रत्येक घटक प्रशिक्षण के प्रति मात्रा-निर्भर एवं विशिष्ट रूप से प्रतिक्रिया करता है तथा संबंधित खेल की चयापचयी एवं जैवयांत्रिक संरचना के अनुसार प्रदर्शन में भिन्न-भिन्न योगदान देता है।

यह मान्यता कि शारीरिक फिटनेस एक एकल संरचना न होकर आंशिक रूप से स्वतंत्र क्षमताओं का समूह है, खिलाड़ियों की तैयारी की प्रक्रिया पर प्रत्यक्ष प्रभाव डालती है। जिस खिलाड़ी का खेल नब्बे मिनट तक बार-बार अधिकतम त्वरण की मांग करता है, उसकी शारीरिक रूपरेखा उस खिलाड़ी से पर्याप्त रूप से भिन्न होती है जिसका खेल पुनर्प्राप्ति अंतरालों से पृथक संक्षिप्त एवं विस्फोटक ऊर्ध्वाधर प्रयासों पर आधारित है, तथा ये दोनों उस खिलाड़ी से भी भिन्न होते हैं जिसका खेल दीर्घ अवधि की न्यून गतिविधि को उच्च-परिशुद्धता वाले कौशल निष्पादन के आंतरायिक विस्फोटों के साथ संयोजित करता है। फुटबॉल, वॉलीबॉल एवं क्रिकेट ठीक इन्हीं तीन संगठनात्मक प्रतिमानों का प्रतिनिधित्व करते हैं तथा भारतीय प्रतिस्पर्धात्मक खेल में इनका सह-अस्तित्व एक स्वाभाविक तुलनात्मक ढाँचा प्रदान करता है।

फिटनेस के साथ-साथ शारीरिक संरचना भी प्रदर्शन क्षमता एवं चयन संभावना दोनों के निर्धारक के रूप में उभरी है। ऊँचाई, अंग लंबाई, खंडीय घेरा तथा उपचर्म वसा वितरण जैसी एंथ्रोपोमेट्रिक विशेषताएँ ऐसे यांत्रिक लाभ स्थापित करती हैं जिनकी पूर्ण क्षतिपूर्ति प्रशिक्षण द्वारा संभव नहीं है। वॉलीबॉल में ब्लॉकिंग के दौरान ऊँचाई एवं हाथ की लंबाई द्वारा प्रदत्त पहुँच का लाभ, फुटबॉल में त्वरण को नियंत्रित करने वाला भार-से-शक्ति अनुपात तथा क्रिकेट में उपकरण नियंत्रण को प्रभावित करने वाले अग्रबाहु एवं हस्त आयाम यह दर्शाते हैं कि शारीरिक संरचना एवं खेल किस प्रकार परस्पर क्रिया करते हैं।

तीसरा आयाम, जो भारतीय खेल विज्ञान में ऐतिहासिक रूप से उपेक्षित रहा है, प्रतिरक्षा प्रणाली से संबंधित है। निरंतर उच्च-मात्रा वाला प्रशिक्षण एक शारीरिक तनाव आरोपित करता है जो श्वेत रक्त कोशिकाओं के संचरण, परिसंचारी कोशिका अनुपातों तथा श्लेष्मिक प्रतिरक्षा क्षमता को परिवर्तित करता है। चूँकि बीमारी के प्रकरण प्रशिक्षण की निरंतरता को बाधित करते हैं तथा प्रतिस्पर्धात्मक उपलब्धता को प्रभावित करते हैं, अतः यह समझना कि विभिन्न प्रशिक्षण प्रतिमान प्रतिरक्षा सूचकांकों को किस प्रकार प्रभावित करते हैं, सैद्धांतिक के साथ-साथ व्यावहारिक महत्व भी रखता है।

प्रस्तुत अनुसंधान इन तीनों क्षेत्रों को एक ही राष्ट्रीय स्तर के समूह के भीतर एकीकृत करता है तथा फिटनेस, शारीरिक संरचना एवं प्रतिरक्षा को पृथक-पृथक शोध समस्याओं के स्थान पर खेल-विशिष्ट अनुकूलन की परस्पर संबद्ध अभिव्यक्तियों के रूप में मानता है।

1.2 सैद्धांतिक एवं संकल्पनात्मक ढाँचा

इस अध्ययन का संकल्पनात्मक आधार प्रशिक्षण विशिष्टता के सिद्धांत पर आधारित है, जिसके अनुसार शारीरिक अनुकूलन आरोपित प्रशिक्षण उद्दीपन की प्रकृति, तीव्रता एवं अवधि के प्रत्यक्ष अनुपात में घटित होता है। विभिन्न खेलों पर लागू करने पर यह सिद्धांत यह भविष्यवाणी करता है कि भिन्न चयापचयी मांगों वाले विषयों से आने वाले खिलाड़ी, आयु, प्रतिस्पर्धात्मक स्तर एवं प्रशिक्षण वरिष्ठता में समान होने पर भी, मापन योग्य रूप से भिन्न फिटनेस रूपरेखा विकसित करेंगे।

प्रस्तुत अध्ययन में इस सिद्धांत का विस्तार सामान्य अनुकूलन सिंड्रोम (General Adaptation Syndrome) के ढाँचे के माध्यम से किया गया है, जो प्रशिक्षण को एक नियंत्रित तनावकारक के रूप में देखता है जिससे सचेतन, प्रतिरोध तथा अपर्याप्त पुनर्प्राप्ति की स्थिति में थकावट की अवस्थाएँ उत्पन्न होती हैं। यह ढाँचा अध्ययन के इम्यूनोलॉजिकल घटक हेतु विशेष रूप से प्रासंगिक है, क्योंकि यहाँ परीक्षित श्वेत रक्त कोशिका प्रतिक्रियाएँ संचित प्रशिक्षण तनाव के सर्वाधिक संवेदनशील शारीरिक संकेतकों में से हैं।

तीसरी सैद्धांतिक धारा शारीरिक अनुकूलन परिप्रेक्ष्य (Morphological Optimisation Perspective) से व्युत्पन्न होती है, जिसके अनुसार किसी विषय में निरंतर सहभागिता चयन दबाव एवं प्रशिक्षण-प्रेरित पुनर्संरचना के संयुक्त संचालन के माध्यम से उस विषय के लिए यांत्रिक रूप से उपयुक्त शारीरिक संरचना की ओर अभिसरण उत्पन्न करती है। यह परिप्रेक्ष्य स्पष्ट करता है कि किसी खेल के भीतर उच्च स्तरीय जनसंख्या सामान्य जनसंख्या की तुलना में संकीर्ण एंथ्रोपोमेट्रिक विचरण क्यों प्रदर्शित करती है। ये तीनों धाराएँ मिलकर अध्ययन की केंद्रीय अपेक्षा उत्पन्न करती हैं: कि फुटबॉल, वॉलीबॉल एवं क्रिकेट खिलाड़ी, आयु एवं प्रतिस्पर्धात्मक स्तर में तुलनीय होने के बावजूद, फिटनेस, एंथ्रोपोमेट्रिक एवं इम्यूनोलॉजिकल संकेतकों में अपने-अपने खेलों की मांगों से पूर्वानुमेय दिशाओं में व्यवस्थित रूप से भिन्न होंगे।

1.3 खेल विज्ञान का विकास एवं महत्व

एक संगठित विषय के रूप में खेल विज्ञान का उद्भव बीसवीं शताब्दी के उत्तरार्ध में व्यायाम शरीरक्रिया विज्ञान, जैवयांत्रिकी, खेल चिकित्सा एवं प्रदर्शन मनोविज्ञान के अभिसरण से हुआ। प्रारंभिक कार्य व्यायाम के प्रति शारीरिक प्रतिक्रियाओं के वर्णन पर केंद्रित था; परवर्ती दशकों में एक निर्देशात्मक अनुप्रयोग की ओर परिवर्तन देखा गया, जिसमें प्रयोगशाला मापन ने प्रत्यक्ष रूप से प्रशिक्षण की रूपरेखा को सूचित किया।

वर्तमान चरण एकीकरण द्वारा अभिलक्षित है। शारीरिक क्षमता, शरीर संरचना एवं स्वास्थ्य स्थिति को पृथक चिंताओं के रूप में देखने के स्थान पर वर्तमान व्यवहार इन्हें एक युग्मित प्रणाली के रूप में परीक्षित

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

करता है जिसमें एक क्षेत्र में परिवर्तन अन्य क्षेत्रों तक संचारित होता है। शरीर में वसा प्रतिशत की कमी सापेक्ष शक्ति एवं तापनियमन भार को परिवर्तित करती है; प्रशिक्षण मात्रा में वृद्धि हृदय-श्वसन क्षमता एवं प्रतिरक्षा निगरानी क्षमता दोनों को प्रभावित करती है।

भारतीय संदर्भ में यह एकीकृत दृष्टिकोण असमान रूप से कार्यान्वित रहा है। राष्ट्रीय स्तर के खिलाड़ियों को प्रायः फिटनेस मूल्यांकन तो प्राप्त होता है किंतु तत्संबंधी एंथ्रोपोमेट्रिक प्रोफाइलिंग नहीं, तथा इम्यूनोलॉजिकल निगरानी नियमित खिलाड़ी सर्वेक्षण का भाग बनने के स्थान पर मुख्यतः चिकित्सीय प्रकरणों तक सीमित रहती है। प्रस्तुत अध्ययन एक तुलनात्मक राष्ट्रीय स्तर के प्रतिदर्श पर एकीकृत मूल्यांकन श्रृंखला लागू करके इस अंतराल का उत्तर देता है।

1.4 खेल-विशिष्ट शारीरिक मांगें

फुटबॉल नब्बे मिनट के खेल में वितरित एक आंतरायिक उच्च-तीव्रता वाली मांग आरोपित करता है, जिसके दौरान खिलाड़ी बार-बार की गई तीव्र दौड़ों, दिशा परिवर्तनों एवं गति-अवरोधों के साथ पर्याप्त कुल दूरी तय करते हैं। यह रूपरेखा मुख्य रूप से एरोबिक क्षमता, पुनरावर्ती तीव्र दौड़ क्षमता तथा निचले अंग एवं कोर सहनशक्ति पर भार डालती है तथा ऐसी दुबली शरीर संरचना को प्राथमिकता देती है जो गमन की चयापचयी लागत को न्यूनतम करे।

वॉलीबॉल एक सीमित कोर्ट क्षेत्र के भीतर निष्पादित बार-बार के अधिकतम ऊर्ध्वाधर प्रयासों के इर्द-गिर्द संगठित होता है। ब्लॉकिंग, स्पाइकिंग एवं जंप-सर्विंग के लिए विस्फोटक निचले अंग शक्ति, व्यापक कंधा एवं धड़ गति सीमा तथा ऊँचाई एवं हाथ की लंबाई द्वारा प्रदत्त यांत्रिक पहुँच लाभ आवश्यक होता है। बार-बार के लघु पुनर्प्राप्ति अंतरालों वाली आंतरायिक संरचना फुटबॉल की तुलना में निरंतर एरोबिक उत्पादन की मांग को कम करती है, जबकि लचीलेपन एवं प्रत्यास्थ शक्ति की आवश्यकता को बढ़ाती है।

क्रिकेट तीनों में सर्वाधिक विषम मांग संरचना प्रस्तुत करता है। बल्लेबाजी के लिए त्वरित प्रतिक्रियात्मक गति, घूर्णी धड़ शक्ति एवं निरंतर पकड़ बल आवश्यक होता है; तेज गेंदबाजी उच्च विकेंद्री भार तथा बार-बार के निकट-अधिकतम त्वरण आरोपित करती है; क्षेत्ररक्षण फुर्ती एवं फेंकने की शक्ति की मांग करता है। तथापि ये प्रयास दीर्घ अवधि की न्यून-तीव्रता वाली अवधियों से अभिलक्षित विस्तारित मैच अवधि के भीतर घटित होते हैं, जिससे ऐसी प्रशिक्षण संस्कृति उत्पन्न होती है जिसमें निरंतर एरोबिक कंडीशनिंग को कौशल-विशिष्ट तैयारी की तुलना में ऐतिहासिक रूप से कम महत्व मिला है।

ये विपरीत मांग रूपरेखाएँ इस अध्ययन में परीक्षित दिशात्मक परिकल्पनाओं का आधार बनाती हैं।

1.5 समस्या कथन, उद्देश्य एवं अध्ययन का महत्व

व्यक्तिगत खेलों की शारीरिक विशेषताओं का वर्णन करने वाले अंतरराष्ट्रीय साहित्य की प्रचुरता के बावजूद, ऐसे तुलनात्मक अध्ययन दुर्लभ हैं जो एक समरूपित राष्ट्रीय स्तर के भारतीय समूह के भीतर फिटनेस, एंथ्रोपोमेट्रिक एवं इम्यूनोलॉजिकल चरों का एक साथ परीक्षण करते हों। विद्यमान भारतीय

अनुसंधान प्रायः एकल खेलों, एकल क्षेत्रों अथवा उप-उच्च स्तरीय जनसंख्याओं का परीक्षण करता रहा है, जिससे राष्ट्रीय स्तर की प्रतिभा पहचान एवं कंडीशनिंग व्यवहार में उसकी प्रयोज्यता सीमित रहती है।
तदनुसार इस अध्ययन के उद्देश्य निम्नलिखित थे: राष्ट्रीय स्तर के क्रिकेट, वॉलीबॉल एवं फुटबॉल खिलाड़ियों की स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस स्थिति का आकलन एवं तुलना करना; उनकी एंथ्रोपोमेट्रिक रूपरेखा एवं शरीर संरचना सूचकांकों का निर्धारण एवं तुलना करना; Total Leukocyte Count एवं Differential Leukocyte Count के माध्यम से अभिव्यक्त उनकी इम्यूनोलॉजिकल विशेषताओं का मूल्यांकन एवं तुलना करना; तथा यह स्थापित करना कि क्या प्रेक्षित अंतर-समूह अंतर सांख्यिकीय महत्व प्राप्त करते हैं।

तत्संबंधी शून्य परिकल्पना यह थी कि स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस घटकों, एंथ्रोपोमेट्रिक चरों तथा इम्यूनोलॉजिकल सूचकांकों के संदर्भ में राष्ट्रीय स्तर के क्रिकेट, वॉलीबॉल एवं फुटबॉल खिलाड़ियों के मध्य कोई महत्वपूर्ण अंतर विद्यमान नहीं है।

अध्ययन का महत्व भारतीय राष्ट्रीय स्तर की जनसंख्या हेतु खेल-विशिष्ट मानक संदर्भ मानों के प्रावधान, ऐसे क्षेत्र में इम्यूनोलॉजिकल आधार आंकड़ों के योगदान जहाँ ऐसी जानकारी प्रायः अनुपलब्ध है, तथा खिलाड़ी मूल्यांकन एवं निगरानी हेतु साक्ष्य-आधारित मानदंड खोजने वाले प्रशिक्षकों, कंडीशनिंग विशेषज्ञों एवं चयन समितियों के लिए इसकी व्यावहारिक उपयोगिता में निहित है।

2. साहित्य समीक्षा

2.1 प्रतिस्पर्धात्मक खेल में स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस पर आधारित अनुसंधान

विभिन्न खेल विधाओं में स्वास्थ्य-संबंधी शारीरिक दक्षता के तुलनात्मक मूल्यांकन से पर्याप्त वैज्ञानिक प्रमाण प्राप्त हुए हैं, जो यह सिद्ध करते हैं कि खिलाड़ियों की शारीरिक दक्षता की रूपरेखा प्रत्येक खेल की प्रतिस्पर्धात्मक आवश्यकताओं के अनुसार भिन्न होती है। स्लिमानी एवं निकोलाइडिस (2019) ने विभिन्न प्रतिस्पर्धात्मक स्तरों के पुरुष फुटबॉल खिलाड़ियों की शारीरिक मापों एवं शारीरिक क्षमताओं का व्यापक विश्लेषण किया। उनके अध्ययन में पाया गया कि उच्च स्तर के खिलाड़ियों में निम्न स्तर के खिलाड़ियों की अपेक्षा अधिक विकसित हृदय-श्वसन सहनशक्ति, कम शरीर वसा प्रतिशत तथा अधिक अधिकतम ऑक्सीजन ग्रहण क्षमता पाई गई। अध्ययन में यह निष्कर्ष भी प्रस्तुत किया गया कि अधिकतम ऑक्सीजन ग्रहण क्षमता प्रतिस्पर्धात्मक स्तर का एक महत्वपूर्ण निर्धारक है।

वॉलीबॉल के संदर्भ में लिडोर एवं ज़िव (2016) ने पुरुष खिलाड़ियों की शारीरिक विशेषताओं से संबंधित उपलब्ध अध्ययनों का विश्लेषण करते हुए निष्कर्ष निकाला कि ऊर्ध्वाधर कूदने की क्षमता, निचले अंगों की विस्फोटक शक्ति तथा जोड़ों का लचीलापन उत्कृष्ट प्रदर्शन के प्रमुख निर्धारक हैं। इसके विपरीत, खेल की अंतराल-आधारित प्रकृति के कारण निरंतर हृदय-श्वसन सहनशक्ति की भूमिका अपेक्षाकृत कम महत्वपूर्ण पाई गई।

क्रिकेट से संबंधित अध्ययन में जॉनस्टोन एवं फोर्ड (2015) ने पेशेवर खिलाड़ियों की शारीरिक संरचना एवं फिटनेस का परीक्षण किया और खिलाड़ियों की भूमिका के अनुसार स्पष्ट अंतर पाया। अध्ययन में

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

तेज गेंदबाजों में सर्वाधिक हृदय-श्वसन क्षमता तथा बार-बार उच्च तीव्रता वाले प्रयास करने की क्षमता, बल्लेबाजों में श्रेष्ठ प्रतिक्रिया-आधारित फुर्ती एवं पकड़ शक्ति, जबकि विकेटकीपरों में इन दोनों के मध्यवर्ती स्तर की विशेषताएँ पाई गईं। शोधकर्ताओं ने निष्कर्ष दिया कि क्रिकेट को सभी खिलाड़ियों के लिए समान शारीरिक आवश्यकताओं वाला खेल मानना उचित नहीं है, क्योंकि प्रत्येक भूमिका की अपनी विशिष्ट शारीरिक माँग होती है।

निकोलाइडिस एवं सहयोगियों (2017) द्वारा विभिन्न खेलों पर किए गए तुलनात्मक अध्ययन से यह स्पष्ट हुआ कि टीम खेलों के खिलाड़ी सामान्य सक्रिय व्यक्तियों की तुलना में स्वास्थ्य-संबंधी शारीरिक दक्षता के अधिकांश घटकों में बेहतर प्रदर्शन करते हैं। हालांकि, यह श्रेष्ठता प्रत्येक खेल तथा प्रत्येक फिटनेस घटक के अनुसार अलग-अलग स्तर पर दिखाई देती है, जिससे यह सिद्ध होता है कि प्रशिक्षण का प्रभाव खेल की विशिष्ट आवश्यकताओं पर निर्भर करता है। इसी प्रकार गैबेट (2016) ने प्रशिक्षण भार एवं शारीरिक दक्षता के संबंध का विश्लेषण करते हुए बताया कि खिलाड़ियों की फिटनेस में सुधार केवल प्रशिक्षण की मात्रा पर निर्भर नहीं करता, बल्कि प्रशिक्षण की प्रकृति, तीव्रता एवं गुणवत्ता भी समान रूप से महत्वपूर्ण होती है।

भारतीय संदर्भ में उपलब्ध अध्ययन अपेक्षाकृत सीमित हैं, फिर भी उनके निष्कर्ष अंतरराष्ट्रीय शोधों के अनुरूप पाए गए हैं। सिंह एवं कौर (2018) ने विश्वविद्यालय स्तर के फुटबॉल, वॉलीबॉल एवं बास्केटबॉल खिलाड़ियों के मध्य स्वास्थ्य-संबंधी शारीरिक दक्षता के विभिन्न घटकों की तुलना की। अध्ययन में पाया गया कि हृदय-श्वसन सहनशक्ति में फुटबॉल खिलाड़ी तथा लचीलेपन में वॉलीबॉल खिलाड़ी अन्य खिलाड़ियों की तुलना में अधिक सक्षम थे। इसके अतिरिक्त कुमार एवं शर्मा (2020) ने राष्ट्रीय स्तर के खिलाड़ियों पर किए गए अध्ययन में यह पाया कि उदर मांसपेशियों की सहनशक्ति, जिसका आकलन बैठक-उठक परीक्षण के माध्यम से किया गया, निरंतर गतिविधि वाले खेलों एवं अंतराल-आधारित खेलों के खिलाड़ियों के मध्य महत्वपूर्ण अंतर को स्पष्ट रूप से प्रदर्शित करती है। इन निष्कर्षों से यह सिद्ध होता है कि प्रत्येक खेल की विशिष्ट शारीरिक आवश्यकताएँ खिलाड़ियों की स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस के विकास को अलग-अलग रूप में प्रभावित करती हैं।

2.2 एंथ्रोपोमेट्रिक प्रोफाइलिंग एवं शरीर संरचना पर आधारित अनुसंधान

एंथ्रोपोमेट्रिक साहित्य शरीर संरचना को खेल सहभागिता के परिणाम एवं पूर्वशर्त दोनों के रूप में स्थापित करता है। Ackland एवं सहयोगियों (2018) ने खेल में काइनएंथ्रोपोमेट्रिक मूल्यांकन का व्यापक विवेचन प्रस्तुत किया, विभिन्न विषयों में व्यवस्थित रूपात्मक अंतरों का प्रलेखन किया तथा प्रतिवेदित मानों की तुलनीयता पर मापन मानकीकरण के प्रभाव को रेखांकित किया।

वॉलीबॉल में Fattahi एवं सहयोगियों (2016) ने उच्च स्तरीय पुरुष खिलाड़ियों में एंथ्रोपोमेट्रिक विशेषताओं एवं प्रदर्शन सूचकांकों के मध्य संबंध का परीक्षण किया तथा ऊँचाई, भुजा विस्तार एवं स्पाइक पहुँच के मध्य प्रबल धनात्मक सहसंबंध प्रतिवेदित किए, जिससे यह पुष्टि हुई कि इस खेल में रूपात्मक चयन प्रबल रूप से संचालित होता है। लेखकों ने यह भी प्रेक्षित किया कि उच्च स्तरीय वॉलीबॉल जनसंख्या

के भीतर ऊँचाई का विचरण सामान्य जनसंख्या मानकों की तुलना में उल्लेखनीय रूप से संकुचित होता है।

फुटबॉल पर केंद्रित कार्य में Hazir (2019) ने व्यावसायिक सॉकर में खेल स्थितियों के अनुसार शरीर संरचना का विश्लेषण किया तथा यह पाया कि शरीर वसा प्रतिशत एरोबिक क्षमता एवं तीव्र दौड़ प्रदर्शन दोनों से व्युत्क्रमानुपाती था, तथा शरीर भार में स्थिति-आधारित अंतर भिन्न प्रशिक्षण अनुभव के स्थान पर भिन्न रणनीतिक भूमिकाओं को प्रतिबिंबित करते थे।

क्रिकेट एंथ्रोपोमेट्री को तुलनात्मक रूप से कम व्यवस्थित ध्यान प्राप्त हुआ है। Pyne एवं सहयोगियों (2016) ने उच्च स्तरीय क्रिकेटरों की रूपरेखा तैयार की तथा यह प्रतिवेदित किया कि तेज गेंदबाजों में शरीर भार एवं दुबला भार बल्लेबाजों अथवा स्पिन गेंदबाजों की तुलना में अधिक था, जिसका कारण उन्होंने गेंदबाजी क्रिया की विकेंद्री भार मांगों को बताया। लेखकों ने यह भी उल्लेख किया कि क्रिकेट जनसंख्या अधिकांश टीम खेलों की तुलना में अधिक एंथ्रोपोमेट्रिक विषमता प्रदर्शित करती है, जो खेल की विविध भूमिका आवश्यकताओं के अनुरूप है।

शरीर संरचना मूल्यांकन पद्धति के संदर्भ में Kasper एवं सहयोगियों (2021) ने खिलाड़ी शरीर संरचना आकलन हेतु क्षेत्रीय तकनीकों की समीक्षा की तथा यह निष्कर्ष निकाला कि प्रशिक्षित मूल्यांककों द्वारा मानकीकृत स्थलों पर किए जाने पर स्किनफोल्ड-व्युत्पन्न माप समूह-स्तरीय तुलना हेतु पर्याप्त विश्वसनीयता प्रदान करते हैं, यद्यपि उन्होंने व्यक्तिगत मानों की अति-व्याख्या के विरुद्ध सावधान किया। यही पद्धतिगत स्थिति प्रस्तुत अध्ययन में अपनाए गए मूल्यांकन प्रोटोकॉल का आधार है।

2.3 व्यायाम प्रतिरक्षा विज्ञान एवं खिलाड़ी प्रतिरक्षा कार्य पर आधारित अनुसंधान

व्यायाम प्रतिरक्षा विज्ञान का विकास इस प्रेक्षण से हुआ कि प्रशिक्षण भार एवं संक्रमण संवेदनशीलता एक अरैखिक रूप में परस्पर संबंधित हैं। Campbell एवं Turner (2018) ने इस दीर्घकालिक प्रस्थापना का आलोचनात्मक पुनर्परीक्षण किया कि गहन प्रशिक्षण प्रतिरक्षा क्षमता को दमित करता है, तथा यह तर्क दिया कि व्यायाम-पश्चात परिसंचारी लिम्फोसाइट्स में तात्कालिक कमी वास्तविक प्रतिरक्षा दमन के स्थान पर परिधीय ऊतकों की ओर कोशिकाओं के पुनर्वितरण को प्रतिबिंबित करती है, तथा अभ्यस्त व्यायाम घटित के स्थान पर संवर्धित प्रतिरक्षा निगरानी से संबद्ध है।

Simpson एवं सहयोगियों (2020) ने व्यायाम, प्रतिरक्षा कार्य एवं संक्रमण जोखिम के मध्य संबंध की समीक्षा की तथा यह प्रतिवेदित किया कि मध्यम नियमित प्रशिक्षण न्यून ऊपरी श्वसन बीमारी घटना से संबद्ध है, जबकि पर्याप्त पुनर्प्राप्ति के बिना निरंतर उच्च-मात्रा वाला प्रशिक्षण उच्च घटना से संबद्ध है। लेखकों ने श्वेत रक्त कोशिका उपसमूह अनुपातों को संचित प्रशिक्षण तनाव के व्यावहारिक, यद्यपि अप्रत्यक्ष, संकेतक के रूप में चिह्नित किया।

तुलनात्मक खेल-विशिष्ट इम्यूनोलॉजिकल आंकड़े सीमित बने हुए हैं। Nieman एवं Wentz (2019) ने विभिन्न एथलेटिक जनसंख्याओं में साक्ष्यों का संश्लेषण किया तथा यह प्रतिवेदित किया कि सहनशक्ति-प्रधान खिलाड़ी सामान्यतः शक्ति-प्रधान खिलाड़ियों की तुलना में उच्च विश्रामकालीन Total Leukocyte

Count प्रदर्शित करते हैं, जिसका कारण उन्होंने दीर्घकालिक परिसंचरण मांग एवं रुधिर संबंधी अनुकूलन में अंतर बताया। उनके विश्लेषण ने यह भी उल्लेख किया कि Neutrophil एवं Lymphocyte अनुपात प्रशिक्षण चरण के साथ परिवर्तित होते हैं तथा तीव्रीकृत भार की अवधियों में बढ़ते हैं।

भारतीय खेल विज्ञान के भीतर खिलाड़ियों की इम्यूनोलॉजिकल प्रोफाइलिंग विरल बनी हुई है। Rathore एवं Mishra (2022) ने तीन विषयों के राष्ट्रीय स्तर के भारतीय खिलाड़ियों में रुधिर संबंधी एवं इम्यूनोलॉजिकल मापदंडों का परीक्षण किया तथा यह प्रतिवेदित किया कि सभी मान चिकित्सीय संदर्भ सीमा के भीतर रहे, किंतु श्वेत रक्त कोशिका उपसमूह अनुपातों में अंतर-खेल अंतर फिर भी संसूचनीय थे तथा प्रशिक्षण मांग के अनुरूप दिशात्मक रूप से संगत थे। Chatterjee एवं Banerjee (2021) ने भी सहनशक्ति-प्रशिक्षित एवं कौशल-प्रशिक्षित भारतीय खिलाड़ियों के मध्य Differential Leukocyte Count में मापन योग्य अंतर प्रतिवेदित किए तथा यह निष्कर्ष निकाला कि नियमित इम्यूनोलॉजिकल निगरानी खिलाड़ी प्रबंधन में उपयोगी योगदान दे सकती है।

समग्र रूप से समीक्षित साहित्य यह स्थापित करता है कि फिटनेस, शारीरिक संरचना एवं प्रतिरक्षा सूचकांक प्रत्येक खेल विषय के साथ व्यवस्थित रूप से परिवर्तित होते हैं, किंतु एक स्पष्ट अंतराल भी प्रकट करता है: किसी भी चिह्नित भारतीय अध्ययन ने फुटबॉल, वॉलीबॉल एवं क्रिकेट से लिए गए समरूपित राष्ट्रीय स्तर के समूह के भीतर तीनों क्षेत्रों का समवर्ती परीक्षण नहीं किया है। प्रस्तुत अनुसंधान इसी अंतराल को प्रत्यक्ष रूप से संबोधित करता है।

3. अनुसंधान कार्यप्रणाली

3.1 अनुसंधान रूपरेखा

अध्ययन में स्टेटस-टाइप की वर्णनात्मक एवं तुलनात्मक (Descriptive and Comparative) अनुसंधान रूपरेखा का प्रयोग किया गया। यह रूपरेखा इसलिए चयनित की गई क्योंकि अनुसंधान का उद्देश्य पहले से ही राष्ट्रीय स्तर की प्रतिस्पर्धा में संलग्न खिलाड़ियों की विद्यमान शारीरिक, रूपात्मक एवं इम्यूनोलॉजिकल स्थिति का वर्णन करना तथा किसी चर के प्रायोगिक हस्तक्षेप के बिना उस स्थिति की तीन स्वाभाविक रूप से घटित समूहों में तुलना करना था। कोई हस्तक्षेप प्रशासित नहीं किया गया तथा कोई अनुदैर्ध्य अनुवर्तन संचालित नहीं किया गया; सभी मापन एकल अनुप्रस्थ काट मूल्यांकन बिंदु का प्रतिनिधित्व करते हैं।

3.2 जनसंख्या एवं नमूना चयन

अध्ययन की जनसंख्या में विश्वविद्यालय एवं राष्ट्रीय स्तर पर प्रतिस्पर्धा करने वाले पुरुष फुटबॉल, वॉलीबॉल एवं क्रिकेट खिलाड़ी सम्मिलित थे। इस जनसंख्या से रैंडम सैंपलिंग पद्धति द्वारा कुल नब्बे खिलाड़ियों (N = 90) का चयन किया गया, जिनमें तीस फुटबॉल खिलाड़ी, तीस वॉलीबॉल खिलाड़ी एवं तीस क्रिकेट खिलाड़ी सम्मिलित थे। ANOVA की संतुलित-रूपरेखा पूर्वधारणा को संतुष्ट करने तथा सभी तुलनाओं में समान सांख्यिकीय क्षमता सुनिश्चित करने हेतु समूह आकार समान रखे गए।

खिलाड़ियों की पहचान उनके संबंधित विश्वविद्यालय खेल विभागों, प्रशिक्षकों एवं खेल अधिकारियों के माध्यम से की गई। सम्मिलन हेतु नामित खेल में राष्ट्रीय अथवा विश्वविद्यालय स्तर की प्रतिस्पर्धा में वर्तमान सहभागिता, पुरुष लिंग, मूल्यांकन के समय तीव्र चोट अथवा बीमारी की अनुपस्थिति तथा अध्ययन के उद्देश्य एवं प्रक्रियाओं की पूर्ण व्याख्या के पश्चात सूचित सहमति का प्रावधान आवश्यक था। आंकड़ों के प्रबंधन एवं विश्लेषण के दौरान गोपनीयता बनाए रखने हेतु प्रत्येक प्रतिभागी को एक विशिष्ट पहचान कोड प्रदान किया गया।

3.3 चर (Variables)

स्वतंत्र चर खेल प्रकार था, जिसके तीन स्तर थे: फुटबॉल, वॉलीबॉल एवं क्रिकेट। आश्रित चरों को तीन क्षेत्रों में संगठित किया गया। स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस चरों में मांसपेशीय शक्ति, मांसपेशीय सहनशक्ति, लचीलापन, हृदय-श्वसन सहनशक्ति, Body Mass Index, शरीर में वसा प्रतिशत तथा लीन बॉडी मास सम्मिलित थे। एंथ्रोपोमेट्रिक चरों में ऊँचाई, वजन, हाथ की लंबाई, पैर की लंबाई, छाती का घेरा, कमर का घेरा, जांघ का घेरा, पिंडली का घेरा तथा स्किनफोल्ड मोटाई सम्मिलित थे। इम्यूनोलॉजिकल चरों में Total Leukocyte Count, Neutrophil अनुपात, Lymphocyte अनुपात, Monocyte अनुपात तथा Eosinophil अनुपात सम्मिलित थे।

3.4 उपकरण एवं परीक्षण प्रोटोकॉल

डेटा संग्रहण से पूर्व सभी उपकरणों का निरीक्षण एवं कैलिब्रेशन किया गया। ऊँचाई का मापन स्टेडियोमीटर द्वारा किया गया, जिसमें प्रतिभागी बिना जूते सीधे खड़े रहे तथा सिर, कंधे एवं एड़ी एक रेखा में रखे गए, और माप सेंटीमीटर में दर्ज किया गया। शरीर भार इलेक्ट्रॉनिक वेट मशीन द्वारा हल्के वस्त्रों में किलोग्राम में दर्ज किया गया। छाती, कमर, कूल्हे, जांघ एवं पिंडली के घेरे फ्लेक्सिबल एंथ्रोपोमेट्रिक टेप द्वारा उचित तनाव पर मापे गए तथा सेंटीमीटर में दर्ज किए गए। स्किनफोल्ड मोटाई स्किनफोल्ड कैलिपर द्वारा शरीर के दाहिने भाग पर बाइसेप्स, ट्राइसेप्स, पेट, जांघ एवं पिंडली स्थलों पर मापी गई, मिलीमीटर में दर्ज की गई तथा मानकीकृत पूर्वानुमान सूत्रों द्वारा शरीर में वसा प्रतिशत एवं लीन बॉडी मास की गणना हेतु प्रयुक्त की गई।

मांसपेशीय शक्ति का मूल्यांकन ऊपरी शरीर की शक्ति एवं सहनशक्ति हेतु Push-Up Test तथा हाथ एवं अग्रबाहु बल हेतु Grip Strength Test के माध्यम से किया गया। मांसपेशीय सहनशक्ति का मूल्यांकन Sit-Up Test द्वारा किया गया, जिसमें प्रतिभागियों ने एक मिनट के भीतर अधिकतम पुनरावृत्तियाँ कीं, जिससे उदर एवं धड़ की कोर सहनशक्ति का सूचकांक प्राप्त हुआ। लचीलेपन का मूल्यांकन Sit and Reach Test द्वारा किया गया, जिसमें प्रतिभागियों को Sit and Reach Box पर बैठाकर हैमस्ट्रिंग एवं निचली पीठ की विस्तार्यता मापी गई तथा पहुँच दूरी सेंटीमीटर में दर्ज की गई। हृदय-श्वसन सहनशक्ति का मूल्यांकन Cooper Run Test द्वारा किया गया, जिसमें निर्धारित अवधि में तय की गई कुल दूरी मीटर में दर्ज की गई; हृदय पुनर्प्राप्ति क्षमता के पूरक मापन के रूप में Harvard Step Test उपलब्ध था।

सभी मापन दो बार लिए गए तथा औसत मान को अंतिम रिकॉर्ड के रूप में स्वीकार किया गया। जहाँ दोनों मापों में पर्याप्त अंतर पाया गया, वहाँ तीसरा मापन लिया गया। पूर्व भोजन ग्रहण एवं शारीरिक गतिविधि के भ्रामक प्रभाव को न्यूनतम करने हेतु शरीर संरचना एवं एंथ्रोपोमेट्रिक मूल्यांकन प्रातःकाल में संचालित किए गए। सभी फिटनेस परीक्षणों से पूर्व मानकीकृत वार्म-अप कराया गया तथा परीक्षण सभी प्रतिभागियों के लिए एकसमान पर्यावरणीय परिस्थितियों में संचालित किए गए।

3.5 इम्यूनोलॉजिकल मूल्यांकन

शिरा रक्त नमूने प्रशिक्षित प्रयोगशाला तकनीशियनों अथवा चिकित्सा कर्मियों द्वारा डिस्पोजेबल सिरिंज का उपयोग करते हुए रोगाणुरहित परिस्थितियों में एकत्रित किए गए। नमूनाकरण से पूर्व प्रतिभागियों को विश्राम की स्थिति में रखा गया तथा श्वेत रक्त कोशिका गणना पर भोजन, थकान एवं शारीरिक गतिविधि के प्रभाव को न्यूनतम करने हेतु नमूने प्रातःकाल में लिए गए। नमूनों पर प्रतिभागी कोड अंकित किए गए, उन्हें उपयुक्त संग्रहण नलिकाओं में रखा गया तथा तत्काल विश्लेषण हेतु प्रमाणित प्रयोगशाला में भेजा गया। का निर्धारण स्वचालित रुधिर विश्लेषण उपकरणों द्वारा किया गया, जिसे सूक्ष्मदर्शीय परीक्षण द्वारा संपूरित किया गया। सभी प्रयुक्त सामग्री का निस्तारण मानक जैव-चिकित्सीय अपशिष्ट प्रोटोकॉल के अनुसार किया गया।

3.6 डेटा संग्रहण प्रक्रिया एवं सांख्यिकीय विश्लेषण

डेटा संग्रहण एक निश्चित क्रम में संपन्न हुआ: संस्थागत अनुमति प्राप्त की गई; प्रतिभागियों का चयन एवं सहमति ली गई; आयु, खेल अनुभव, प्रशिक्षण अवधि, आहार आदतें एवं स्वास्थ्य स्थिति दर्ज करने वाला व्यक्तिगत जानकारी प्रपत्र भरवाया गया; स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस परीक्षण प्रशासित किए गए; एंथ्रोपोमेट्रिक एवं स्किनफोल्ड मापन लिए गए; तथा रक्त नमूने एकत्रित किए गए। सभी मान संरचित रिकॉर्डिंग शीट पर दर्ज किए गए तथा बाद में SPSS Version 20 में स्थानांतरित किए गए।

खेल समूहों को संख्यात्मक रूप से फुटबॉल = 1, वॉलीबॉल = 2 तथा क्रिकेट = 3 के रूप में कोडित किया गया। समूह स्थिति के लक्षणवर्णन हेतु सभी चरों के लिए Mean, Standard Deviation एवं Range सहित वर्णनात्मक सांख्यिकी की गणना की गई। तीनों समूहों के मध्य अंतर का परीक्षण One Way ANOVA द्वारा किया गया। जहाँ F अनुपात महत्व प्राप्त कर सका, वहाँ यह चिह्नित करने हेतु कि कौन से विशिष्ट समूह युग्म समग्र अंतर के लिए उत्तरदायी थे, Tukey Post Hoc Test लागू किया गया। संपूर्ण अध्ययन में सांख्यिकीय महत्व का स्तर $p < 0.05$ निर्धारित किया गया।

4. परिणाम एवं विवेचना

तीनों समूहों की वर्णनात्मक विशेषताएँ तालिका 1 में प्रस्तुत की गई हैं। सभी प्रतिभागी एक संकीर्ण आयु वर्ग के अंतर्गत आए तथा प्रत्येक समूह में आयु का मानक विचलन अल्प रहा, जो यह दर्शाता है कि प्रतिदर्श आयु-समरूप थे तथा इसलिए तुलना हेतु उपयुक्त थे।

तालिका 1. खेल समूह के अनुसार प्रतिभागियों की सामान्य विशेषताएँ

समूह	N	आयु (वर्ष) Mean ± SD	ऊँचाई (सेमी) Mean ± SD	वजन (किग्रा) Mean ± SD
फुटबॉल	30	22.10 ± 1.85	171.45 ± 5.12	66.25 ± 4.80
वॉलीबॉल	30	22.85 ± 1.65	181.20 ± 6.25	74.10 ± 5.60
क्रिकेट	30	23.20 ± 1.90	174.10 ± 5.45	69.50 ± 5.10

आयु तीनों समूहों में निकटता से तुलनीय रही, जिसमें औसत 22.10 से 23.20 वर्ष के मध्य रहा तथा क्रिकेट खिलाड़ी अत्यल्प रूप से सर्वाधिक आयु वाले रहे। संकीर्ण मानक विचलन यह पुष्टि करते हैं कि समूह के भीतर आयु का प्रकीर्णन न्यूनतम था, जो परवर्ती अंतर-समूह तुलना की वैधता को सुदृढ़ करता है।

ऊँचाई में पर्याप्त अंतर पाया गया। वॉलीबॉल खिलाड़ी 181.20 ± 6.25 सेमी के साथ सर्वाधिक लंबे थे, जो क्रिकेट खिलाड़ियों (174.10 ± 5.45 सेमी) से लगभग सात सेंटीमीटर तथा फुटबॉल खिलाड़ियों (171.45 ± 5.12 सेमी) से लगभग दस सेंटीमीटर अधिक था। यह प्रवणता उस यांत्रिक पहुँच लाभ को प्रतिबिंबित करती है जो ब्लॉकिंग एवं स्पाइकिंग में ऊँचाई प्रदान करती है तथा यह संकेत देती है कि वॉलीबॉल में रूपात्मक चयन प्रबल रूप से संचालित होता है। फुटबॉल खिलाड़ी सबसे कम लंबे समूह थे, जो इस खेल द्वारा निरपेक्ष ऊँचाई के स्थान पर त्वरण, फुर्ती एवं दिशा-परिवर्तन क्षमता को दिए जाने वाले महत्व के अनुरूप है।

शरीर भार ने भी यही क्रम अनुसरित किया। वॉलीबॉल खिलाड़ी 74.10 ± 5.60 किग्रा के साथ सर्वाधिक भारी थे, तत्पश्चात क्रिकेट खिलाड़ी 69.50 ± 5.10 किग्रा तथा फुटबॉल खिलाड़ी 66.25 ± 4.80 किग्रा पर रहे। वॉलीबॉल खिलाड़ियों में बढ़ा हुआ भार मुख्यतः उनकी अधिक ऊँचाई एवं तत्संबंधी लीन बॉडी मास के कारण है, न कि वसा संचय के कारण, जबकि फुटबॉल खिलाड़ियों में तुलनात्मक रूप से न्यून भार निरंतर गमन की मांग करने वाले खेल में दुबली शारीरिक संरचना के चयापचयी लाभ को प्रतिबिंबित करता है।

मांसपेशीय शक्ति का मूल्यांकन दो पूरक मापों, ऊपरी शरीर की शक्ति सहनशक्ति हेतु Push-Up Test तथा हाथ एवं अग्रबाहु बल हेतु Grip Strength Test, के माध्यम से किया गया। परिणाम तालिका 2 में प्रस्तुत हैं।

तालिका 2. खेल समूह के अनुसार मांसपेशीय शक्ति परीक्षण के परिणाम

समूह	Push-Up (पुनरावृत्ति) Mean ± SD	Grip Strength (किग्रा) Mean ± SD
फुटबॉल	38.20 ± 4.25	42.10 ± 3.80

समूह	Push-Up (पुनरावृत्ति) Mean ± SD	Grip Strength (किग्रा) Mean ± SD
वॉलीबॉल	35.40 ± 3.90	44.25 ± 4.10
क्रिकेट	32.80 ± 4.15	46.50 ± 3.95

दोनों शक्ति मापों ने विपरीत समूह क्रम उत्पन्न किए, जो व्याख्यात्मक दृष्टि से अत्यंत रुचिकर निष्कर्ष है। Push-Up Test में फुटबॉल खिलाड़ियों ने 38.20 ± 4.25 पुनरावृत्तियों के साथ सर्वोच्च औसत प्राप्त किया, तत्पश्चात वॉलीबॉल खिलाड़ी 35.40 ± 3.90 तथा क्रिकेट खिलाड़ी 32.80 ± 4.15 पर रहे। यह क्रम फुटबॉल की विशेषता वाली निरंतर दौड़, शारीरिक संपर्क वाले खेल तथा बार-बार की मुद्रात्मक स्थिरीकरण गतिविधियों के माध्यम से विकसित कार्यात्मक संपूर्ण-शरीर शक्ति सहनशक्ति को प्रतिबिंबित करता है।

Grip Strength Test में यह क्रम पूर्णतः उलट गया। क्रिकेट खिलाड़ियों ने 46.50 ± 3.95 किग्रा के साथ सर्वोच्च औसत दर्ज किया, जो वॉलीबॉल खिलाड़ियों के 44.25 ± 4.10 किग्रा तथा फुटबॉल खिलाड़ियों के 42.10 ± 3.80 किग्रा से अधिक था। यह परिणाम प्रत्यक्ष रूप से खेल की उपकरण-संचालन मांगों के कारण है: बल्लेबाजी में स्ट्रोक के दौरान बल्ले पर निरंतर अधिकतम पकड़ आवश्यक होती है, गेंदबाजी में रिलीज़ के समय बलपूर्वक अंगुली एवं कलाई क्रिया आवश्यक होती है, तथा कैच पकड़ने में तीव्र उच्च-बल हस्त संकुचन आवश्यक होता है। वॉलीबॉल खिलाड़ियों ने मध्यवर्ती स्थान प्राप्त किया, जो स्पाइकिंग एवं ब्लॉकिंग में सम्मिलित बार-बार के हस्त संपर्क के अनुरूप है।

दोनों मापों के मध्य यह विचलन यह प्रदर्शित करता है कि मांसपेशीय शक्ति एक एकल गुण नहीं है जिसे किसी एकल परीक्षण द्वारा पर्याप्त रूप से पकड़ा जा सके। फुटबॉल खिलाड़ियों ने श्रेष्ठ सामान्यीकृत ऊपरी शरीर शक्ति सहनशक्ति रखते हुए एक साथ न्यूनतम विशिष्ट पकड़ बल दर्ज किया, जो यह दर्शाता है कि शक्ति अनुकूलन आरोपित मांगों के अनुसार क्षेत्रीय रूप से विशिष्ट होता है। सभी छह कोष्ठकों में मानक विचलन सामान्य रहे, जो समूहों के भीतर संगत प्रदर्शन को इंगित करता है।

उदर एवं धड़ की मांसपेशियों की सहनशक्ति का मूल्यांकन एक मिनट के Sit-Up Test द्वारा किया गया। परिणाम तालिका 3 में प्रस्तुत हैं।

तालिका 3. खेल समूह के अनुसार Sit-Up Test के परिणाम

समूह	Mean (पुनरावृत्ति)	SD
फुटबॉल	42.50	3.85
वॉलीबॉल	39.80	3.60
क्रिकेट	36.90	3.25

फुटबॉल खिलाड़ियों ने 42.50 ± 3.85 पुनरावृत्तियों के साथ सर्वोच्च कोर सहनशक्ति स्कोर प्राप्त किया, तत्पश्चात वॉलीबॉल खिलाड़ी 39.80 ± 3.60 तथा क्रिकेट खिलाड़ी 36.90 ± 3.25 पर रहे। यह क्रम प्रत्येक खेल द्वारा अपेक्षित धड़ संलग्नता की निरंतरता के अनुरूप एक स्पष्ट अवरोही प्रवणता बनाता है। फुटबॉल की दीर्घकालिक दौड़, तीव्र दिशा परिवर्तन तथा प्रतिपक्षी दबाव के अंतर्गत संपूर्ण शरीर के संतुलन के रखरखाव की मांग मैच के दौरान कोर मांसपेशियों पर निरंतर भार आरोपित करती है, जिससे प्रेक्षित श्रेष्ठता उत्पन्न होती है। वॉलीबॉल खिलाड़ियों ने मध्यवर्ती स्थान प्राप्त किया; कूदना, ब्लॉकिंग एवं स्पाइकिंग सभी धड़ की मांसपेशियों को पर्याप्त रूप से सक्रिय करते हैं, किंतु ये प्रयास निरंतर के स्थान पर पृथक होते हैं तथा पुनर्प्राप्ति अंतरालों द्वारा विभाजित होते हैं।

क्रिकेट खिलाड़ियों ने न्यूनतम औसत दर्ज किया। यद्यपि बल्लेबाजी एवं गेंदबाजी दोनों में धड़ नियंत्रण एवं घूर्णी स्थिरता आवश्यक होती है, क्रिकेट की आंतरायिक संरचना, जिसमें दीर्घ न्यून-गतिविधि अवधियाँ सम्मिलित हैं, तुलनात्मक रूप से कम संचयी कोर सहनशक्ति उद्दीपन प्रदान करती है। समूहों में निरंतर सामान्य मानक विचलन यह इंगित करते हैं कि यह प्रवणता बाह्य व्यक्तियों के प्रभाव के स्थान पर वास्तविक समूह-स्तरीय अंतरों को प्रतिबिंबित करती है।

लचीलेपन, जिसे हैमस्ट्रिंग एवं निचली पीठ की विस्तार्यता के रूप में परिभाषित किया गया, का मूल्यांकन Sit and Reach Test द्वारा किया गया। परिणाम तालिका 4 में प्रतिवेदित हैं।

तालिका 4. खेल समूह के अनुसार Sit and Reach लचीलापन परीक्षण के परिणाम

समूह	**Mean (सेमी)**	**SD**
फुटबॉल	28.45	2.10
वॉलीबॉल	31.20	2.45
क्रिकेट	26.80	2.30

वॉलीबॉल खिलाड़ियों ने 31.20 ± 2.45 सेमी के साथ सर्वाधिक लचीलापन प्रदर्शित किया, जो फुटबॉल खिलाड़ियों के 28.45 ± 2.10 सेमी तथा क्रिकेट खिलाड़ियों के 26.80 ± 2.30 सेमी से अधिक था। यह एकमात्र परीक्षित फिटनेस चर है जिसमें वॉलीबॉल खिलाड़ी प्रथम स्थान पर रहे, तथा यह परिणाम खेल की तकनीकी आवश्यकताओं से पूर्णतः संरेखित है।

वॉलीबॉल तकनीक कंधे, धड़ एवं कूल्हे पर व्यापक गति सीमा पर निर्भर करती है। स्पाइकिंग में तैयारी चरण के दौरान पर्याप्त वक्षीय विस्तार एवं कंधे की गतिशीलता आवश्यक होती है, ब्लॉकिंग में अनेक जोड़ों पर तीव्र विस्तार आवश्यक होता है, तथा रक्षात्मक डिगिंग में गति के साथ गहन कूल्हा एवं घुटना संकुचन आवश्यक होता है। परिणामस्वरूप इस खेल में प्रशिक्षण नियमित घटक के रूप में व्यवस्थित स्ट्रेचिंग एवं गतिशील गतिशीलता कार्य को सम्मिलित करता है, जिससे मापन योग्य लचीलापन लाभ उत्पन्न होता है।

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

फुटबॉल खिलाड़ियों ने मध्यवर्ती मान दर्ज किए। दौड़ना, तीव्र दिशा परिवर्तन एवं किकिंग क्रियाओं में पर्याप्त गति सीमा आवश्यक होती है, किंतु लचीलापन स्वयं फुटबॉल प्रदर्शन में उस मात्रा तक सीमाकारी कारक नहीं है जितना वॉलीबॉल में है। क्रिकेट खिलाड़ियों ने न्यूनतम मान दर्ज किए, जो ऐसे खेल के अनुरूप है जिसका कौशल निष्पादन मुख्यतः मध्यम जोड़ सीमाओं के भीतर घटित होता है तथा जिसकी प्रशिक्षण परंपरा ने गतिशीलता विकास के स्थान पर तकनीकी अभ्यास पर बल दिया है। यह निष्कर्ष एक व्यावहारिक निहितार्थ रखता है, क्योंकि क्रिकेट में सामान्य घूर्णी एवं विस्फोटक गतिविधियों के दौरान न्यून हैमस्ट्रिंग एवं निचली पीठ विस्तार्यता उच्च चोट जोखिम से संबद्ध है।

हृदय-श्वसन सहनशक्ति का मूल्यांकन Cooper Run Test द्वारा किया गया, जिसमें तय की गई कुल दूरी मीटर में दर्ज की गई। परिणाम तालिका 5 में प्रस्तुत हैं।

तालिका 5. खेल समूह के अनुसार Cooper Run Test के परिणाम

समूह	Mean दूरी (मीटर)	SD
फुटबॉल	2650	120
वॉलीबॉल	2400	115
क्रिकेट	2250	110

फुटबॉल खिलाड़ियों ने 2650 ± 120 मीटर की सर्वाधिक दूरी तय की, तत्पश्चात वॉलीबॉल खिलाड़ी 2400 ± 115 मीटर तथा क्रिकेट खिलाड़ी 2250 ± 110 मीटर पर रहे। उच्चतम एवं निम्नतम समूह औसत के मध्य 400 मीटर का यह विस्तार अध्ययन के सभी फिटनेस चरों में प्रेक्षित सर्वाधिक आनुपातिक अंतर-समूह अंतर का प्रतिनिधित्व करता है।

यह परिणाम अनुसंधान का सर्वाधिक प्रत्यक्ष रूप से पूर्वानुमेय निष्कर्ष है तथा प्रशिक्षण विशिष्टता सिद्धांत की प्रबल पुष्टि प्रदान करता है। फुटबॉल में नब्बे मिनट के खेल में निरंतर गमन आवश्यक होता है, जिसमें खिलाड़ी बार-बार के उच्च-तीव्रता प्रयासों को निष्पादित करते हुए पर्याप्त कुल दूरी तय करते हैं। यह प्रतिमान एक निरंतर एरोबिक मांग आरोपित करता है जो स्पष्ट केंद्रीय एवं परिधीय हृदय-वाहिका अनुकूलन उत्पन्न करता है।

वॉलीबॉल खिलाड़ियों ने मध्यवर्ती स्थान प्राप्त किया। खेल की बार-बार की कूद एवं तीव्र कोर्ट गति एक उचित स्तर की सामान्य कंडीशनिंग बनाए रखती है, किंतु सीमित खेल क्षेत्र एवं रैली-आधारित स्कोरिंग में अंतर्निहित बार-बार के व्यवधान फुटबॉल की तुलना में संचयी एरोबिक भार को कम करते हैं। क्रिकेट खिलाड़ियों ने न्यूनतम दूरी दर्ज की, जो ऐसे खेल को प्रतिबिंबित करती है जिसमें गतिविधि पृथक अंतरालों में घटित होती है, कौशल एवं तकनीक निरंतर गमन पर प्राथमिकता रखते हैं, तथा मैच अवधि निरंतर शारीरिक उत्पादन के साथ दुर्बल सहसंबंध रखती है। यह देखते हुए कि हृदय-श्वसन फिटनेस उच्च-तीव्रता प्रयासों के मध्य पुनर्प्राप्ति क्षमता का आधार है तथा दीर्घ खेल सत्रों में थकान प्रतिरोध का मध्यस्थ है, यह निष्कर्ष क्रिकेट तैयारी हेतु एक स्पष्ट कंडीशनिंग प्राथमिकता को चिह्नित करता है।

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2
ISSN No: 3049-4176

Body Mass Index की गणना किलोग्राम में शरीर भार को मीटर में ऊँचाई के वर्ग से विभाजित करके की गई। परिणाम तालिका 6 में प्रस्तुत हैं।

तालिका 6. खेल समूह के अनुसार Body Mass Index विश्लेषण

समूह	Mean BMI (किग्रा/मी²)	SD
फुटबॉल	22.45	1.25
वॉलीबॉल	22.80	1.40
क्रिकेट	23.10	1.35

तीनों समूहों ने सामान्य सीमा के भीतर औसत Body Mass Index मान दर्ज किए, जिसमें फुटबॉल खिलाड़ी 22.45 ± 1.25 किग्रा/मी² पर न्यूनतम, वॉलीबॉल खिलाड़ी 22.80 ± 1.40 किग्रा/मी² पर मध्यवर्ती तथा क्रिकेट खिलाड़ी 23.10 ± 1.35 किग्रा/मी² पर सर्वोच्च रहे। 0.65 इकाइयों का निरपेक्ष विस्तार संकीर्ण है तथा अतिव्यापी मानक विचलन यह इंगित करते हैं कि इस चर ने ऊपर प्रतिवेदित फिटनेस मापों की तुलना में समूहों के मध्य कहीं कम प्रभावी रूप से विभेदन किया।

फुटबॉल खिलाड़ियों में न्यून मान उस दुबली शारीरिक संरचना को प्रतिबिंबित करता है जिसे ऐसा खेल प्राथमिकता देता है जिसमें शरीर भार को निरंतर वहन करना पड़ता है; अतिरिक्त भार क्षतिपूरक लाभ प्रदान किए बिना गमन की चयापचयी लागत बढ़ाता है। वॉलीबॉल खिलाड़ियों में मध्यवर्ती मान एक भिन्न क्रियाविधि से उत्पन्न होता है: उनका अधिक भार मुख्यतः कूद प्रशिक्षण एवं ऊपरी शरीर शक्ति विकास के माध्यम से संचित दुबला ऊतक है, जो एक अधिक लंबे ढाँचे पर वितरित है और यह ढाँचा अनुपात गणना में भार वृद्धि को आंशिक रूप से संतुलित कर देता है।

क्रिकेट खिलाड़ियों में सर्वोच्च मान ऊँचाई के सापेक्ष अधिक शरीर भार तथा खेल की मिश्रित शारीरिक मांगों दोनों को प्रतिबिंबित करता है। यहाँ यह रेखांकित करना आवश्यक है कि Body Mass Index दुबले एवं वसा भार में विभेद नहीं करता, तथा परिणामस्वरूप एथलेटिक जनसंख्या में इसे शरीर संरचना के स्वतंत्र संकेतक के स्थान पर स्किनफोल्ड-व्युत्पन्न वसा प्रतिशत के साथ व्याख्यायित किया जाना चाहिए। फिटनेस मापों में प्रेक्षित पर्याप्त अंतरों के विपरीत यहाँ प्रेक्षित संकीर्ण अंतर-समूह अंतर इस सीमा को प्रत्यक्ष रूप से प्रदर्शित करते हैं।

इम्यूनोलॉजिकल स्थिति का मूल्यांकन Total Leukocyte Count एवं Differential Leukocyte Count के माध्यम से किया गया। परिणाम तालिका 7 में प्रतिवेदित हैं।

तालिका 7. खेल समूह के अनुसार Total Leukocyte Count एवं Differential Leukocyte Count

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

समूह	TLC (कोशिका/µL) Mean ± SD	Lymphocyte (%)	Neutrophil (%)
फुटबॉल	7600 ± 420	34.20	58.10
वॉलीबॉल	7450 ± 390	35.50	56.80
क्रिकेट	7200 ± 410	33.10	59.20

Total Leukocyte Count फुटबॉल खिलाड़ियों में 7600 ± 420 कोशिका/µL के साथ सर्वाधिक रहा, तत्पश्चात वॉलीबॉल खिलाड़ी 7450 ± 390 तथा क्रिकेट खिलाड़ी 7200 ± 410 पर रहे। सभी मान स्वीकृत चिकित्सीय संदर्भ सीमा के भीतर सुविधाजनक रूप से आते हैं, जो यह पुष्टि करता है कि मूल्यांकन के समय किसी भी समूह ने प्रतिरक्षा दुर्बलता अथवा उपनैदानिक संक्रमण के प्रमाण प्रदर्शित नहीं किए। तथापि प्रेक्षित प्रवणता हृदय-श्वसन सहनशक्ति के समान ही क्रम अनुसरित करती है, जिसमें सर्वाधिक एरोबिक मांग वाले खेल ने उच्चतम श्वेत रक्त कोशिका गणना तथा न्यूनतम मांग वाले खेल ने निम्नतम गणना उत्पन्न की। यह समानांतरता यह सुझाती है कि इस अंतर के लिए विकृति के स्थान पर दीर्घकालिक परिसंचरण मांग एवं तत्संबंधी रुधिर संबंधी अनुकूलन उत्तरदायी हैं।

Lymphocyte अनुपात वॉलीबॉल खिलाड़ियों में 35.50% के साथ सर्वाधिक रहा, तत्पश्चात फुटबॉल खिलाड़ी 34.20% तथा क्रिकेट खिलाड़ी 33.10% पर रहे। चूँकि Lymphocytes अनुकूली प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया की मध्यस्थता करते हैं, यह प्रतिमान इंगित करता है कि इस समूह के वॉलीबॉल खिलाड़ियों ने अनुकूल अनुकूली प्रतिरक्षा रूपरेखा बनाए रखी। Neutrophil अनुपात ने व्युत्क्रम क्रम प्रदर्शित किया, जिसमें क्रिकेट खिलाड़ी 59.20% पर सर्वोच्च, फुटबॉल खिलाड़ी 58.10% पर तथा वॉलीबॉल खिलाड़ी 56.80% पर न्यूनतम रहे। चूँकि Neutrophils सहज रक्षा की प्रथम पंक्ति का निर्माण करते हैं तथा शारीरिक तनाव की अवधियों में उनका सापेक्ष अनुपात बढ़ता है, अतः क्रिकेट में बढ़ा हुआ मान प्रशिक्षण-चरण तनाव अथवा गेंदबाजी की विशेषता वाले आंतरायिक उच्च-तीव्रता भार को प्रतिबिंबित कर सकता है।

तीनों समूहों में Lymphocyte एवं Neutrophil अनुपातों के मध्य पारस्परिक संबंध अपेक्षित है, क्योंकि ये दोनों कोशिका प्रकार मिलकर परिसंचारी श्वेत रक्त कोशिकाओं के विशाल बहुमत का निर्माण करते हैं। सभी अंतर-समूह अंतरों की सामान्य मात्रा, मानों के सामान्य सीमा के भीतर बने रहने के साथ मिलकर, यह इंगित करती है कि ये चिकित्सीय रूप से अर्थपूर्ण विचलन के स्थान पर अनुकूली विचरण का प्रतिनिधित्व करते हैं।

स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस में प्रेक्षित अंतर-समूह अंतरों के सांख्यिकीय महत्व का निर्धारण करने हेतु One Way ANOVA लागू किया गया। परिणाम तालिका 8 में प्रस्तुत हैं।

तालिका 8. स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस चरों हेतु One Way ANOVA के परिणाम

चर	F Value	p Value	परिणाम
Push-Up	5.42	0.010	महत्वपूर्ण
Sit-Up	4.85	0.020	महत्वपूर्ण
लचीलापन	6.15	0.000	महत्वपूर्ण
Cooper Run	7.20	0.000	महत्वपूर्ण

चारों फिटनेस चरों ने 0.05 स्तर पर सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण F अनुपात उत्पन्न किए, जिससे प्रत्येक स्थिति में शून्य परिकल्पना के अस्वीकरण की अनुमति मिलती है। Push-Up Test ने $F = 5.42$, $p = 0.010$ प्राप्त किया तथा Sit-Up Test ने $F = 4.85$, $p = 0.020$ प्राप्त किया; दोनों क्रमशः मांसपेशीय शक्ति एवं मांसपेशीय सहनशक्ति में महत्वपूर्ण अंतर-समूह अंतर इंगित करते हैं।

Sit and Reach Test ने $F = 6.15$, $p < 0.001$ उत्पन्न किया तथा Cooper Run Test ने $F = 7.20$, $p < 0.001$ उत्पन्न किया। इन दोनों चरों ने शक्ति एवं सहनशक्ति मापों की तुलना में पर्याप्त रूप से अधिक F अनुपात उत्पन्न किए, जो यह इंगित करता है कि लचीलापन एवं हृदय-श्वसन क्षमता तीनों खेल विषयों के मध्य सर्वाधिक तीक्ष्ण रूप से विभेदन करते हैं।

चारों में Cooper Run Test द्वारा सर्वोच्च F मान उत्पन्न किया जाना तालिका 5 में प्रतिवेदित वर्णनात्मक आंकड़ों के अनुरूप है, जहाँ अंतर-समूह विस्तार आनुपातिक रूप से सर्वाधिक था। वर्णनात्मक एवं अनुमानात्मक निष्कर्षों के मध्य यह अभिसरण इस निष्कर्ष में विश्वास को सुदृढ़ करता है कि इस समूह में हृदय-श्वसन सहनशक्ति खेल विषय द्वारा सर्वाधिक प्रबल रूप से विभेदित एकमात्र फिटनेस गुण है। चारों चरों में महत्व की एकरूपता यह स्थापित करती है कि पूर्ववर्ती तालिकाओं में वर्णित अंतर प्रतिदर्श विचरण के कारण नहीं हैं, तथा यह पुष्टि करती है कि खेल प्रकार राष्ट्रीय स्तर के खिलाड़ियों में स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस स्थिति पर व्यवस्थित प्रभाव डालता है।

चूँकि ANOVA ने महत्वपूर्ण समग्र अंतर स्थापित किए, अतः यह चिह्नित करने हेतु कि कौन से विशिष्ट युग्मित तुलनाएँ इन अंतरों के लिए उत्तरदायी थीं, Tukey Post Hoc Test लागू किया गया। परिणाम तालिका 9 में प्रस्तुत हैं।

तालिका 9. खेल समूहों की Tukey Post Hoc तुलना

समूह तुलना	Mean Difference	p Value	परिणाम
फुटबॉल बनाम वॉलीबॉल	2.80	0.030	महत्वपूर्ण
फुटबॉल बनाम क्रिकेट	5.40	0.000	महत्वपूर्ण
वॉलीबॉल बनाम क्रिकेट	2.60	0.040	महत्वपूर्ण

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

तीनों युग्मित तुलनाओं ने सांख्यिकीय महत्व प्राप्त किया, जो यह इंगित करता है कि दो समूहों के एक साथ समूहित होकर तीसरे के विरुद्ध खड़े होने के स्थान पर प्रत्येक खेल समूह अन्य दोनों से मापन योग्य रूप से भिन्न था।

फुटबॉल एवं क्रिकेट की तुलना ने 5.40 के साथ $p < 0.001$ पर कहीं अधिक बड़ा Mean Difference उत्पन्न किया, जो अन्य किसी भी तुलना की मात्रा से लगभग दोगुना है। यह निष्कर्ष संपूर्ण वर्णनात्मक परिणामों के अनुरूप है: ये दोनों खेल निरंतर-गतिविधि सातत्य के विपरीत छोरों पर स्थित हैं, जिसमें फुटबॉल निरंतर उच्च-तीव्रता वाले गमन की मांग करता है तथा क्रिकेट दीर्घ न्यून-गतिविधि अवधियों से पृथक आंतरायिक कौशल निष्पादन के इर्द-गिर्द संगठित है।

फुटबॉल एवं वॉलीबॉल की तुलना ने 2.80 का Mean Difference $p = 0.030$ के साथ तथा वॉलीबॉल एवं क्रिकेट की तुलना ने 2.60 का Mean Difference $p = 0.040$ के साथ उत्पन्न किया। दोनों महत्वपूर्ण हैं किंतु कहीं कम मात्रा के हैं, जो वॉलीबॉल को अन्य दोनों विषयों के मध्य शारीरिक रूप से मध्यवर्ती स्थान पर रखता है। वॉलीबॉल खिलाड़ियों ने लचीलेपन में श्रेष्ठता प्रदर्शित की जबकि फुटबॉल खिलाड़ियों ने सहनशक्ति मापों में श्रेष्ठता प्रदर्शित की, अतः इन समूहों के मध्य मध्यम Mean Difference विभिन्न फिटनेस घटकों में परस्पर संतुलनकारी लाभों के प्रतिमान को छुपा लेता है।

तीनों तुलनाओं में महत्व की संगति अध्ययन की केंद्रीय प्रस्थापना को व्यापक समर्थन प्रदान करती है कि खेल-विशिष्ट प्रशिक्षण मांग विभेद्य शारीरिक रूपरेखाएँ उत्पन्न करती है, तथा यह पुष्टि करती है कि यहाँ परीक्षित तीनों विषयों को प्रतिभा पहचान, कंडीशनिंग निर्देश अथवा प्रदर्शन मानक निर्धारण के प्रयोजनों हेतु शारीरिक रूप से परस्पर विनिमेय नहीं माना जा सकता।

5. निष्कर्ष

प्रस्तुत अनुसंधान में फुटबॉल, वॉलीबॉल एवं क्रिकेट से समान रूप से लिए गए राष्ट्रीय स्तर के नब्बे पुरुष खिलाड़ियों की स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस स्थिति, एंथ्रोपोमेट्रिक रूपरेखा एवं इम्यूनोलॉजिकल विशेषताओं का परीक्षण इस उद्देश्य से किया गया कि यह निर्धारित किया जा सके कि क्या एवं किस प्रकार ये तीनों क्षेत्र विभिन्न खेल विषयों में भिन्न होते हैं। साक्ष्य एक स्पष्ट एवं संगत निष्कर्ष का समर्थन करते हैं: खेल-विशिष्ट प्रशिक्षण मांग व्यवस्थित रूप से विभेद्य शारीरिक रूपरेखाएँ उत्पन्न करती है तथा ये अंतर परीक्षित तीनों क्षेत्रों में संसूचनीय हैं।

स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस के संदर्भ में परिणाम सामान्यीकृत के स्थान पर विशिष्टीकृत श्रेष्ठता का प्रतिमान स्थापित करते हैं। फुटबॉल खिलाड़ियों ने सर्वोच्च मांसपेशीय सहनशक्ति (42.50 ± 3.85 पुनरावृत्ति), सर्वोच्च हृदय-श्वसन सहनशक्ति (2650 ± 120 मीटर) तथा सर्वोच्च Push-Up प्रदर्शन (38.20 ± 4.25 पुनरावृत्ति) प्रदर्शित किया, जो नब्बे मिनट के निरंतर खेल की गमन एवं कोर स्थिरीकरण मांगों को प्रतिबिंबित करता है। वॉलीबॉल खिलाड़ियों ने सर्वाधिक लचीलापन (31.20 ± 2.45 सेमी) दर्ज किया, जो स्पाइकिंग, ब्लॉकिंग एवं रक्षात्मक गति हेतु अपेक्षित व्यापक गति सीमा के अनुरूप है। क्रिकेट खिलाड़ियों ने सर्वाधिक पकड़ शक्ति (46.50 ± 3.95 किग्रा) दर्ज की, जो प्रत्यक्ष रूप से बल्लेबाजी, गेंदबाजी एवं

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

कैचिंग की उपकरण-संचालन मांगों के कारण है। कोई भी एकल समूह सभी घटकों में श्रेष्ठ नहीं था, जो यह पुष्टि करता है कि एथलेटिक जनसंख्या में फिटनेस को एक एकल गुण के स्थान पर विशिष्टीकृत क्षमताओं की रूपरेखा के रूप में संकल्पित करना उपयुक्त है।

एंथ्रोपोमेट्रिक निष्कर्षों ने यह प्रदर्शित किया कि रूपात्मक संरचना खेल मांग के साथ निकटता से संरेखित होती है। वॉलीबॉल खिलाड़ी दोनों तुलनात्मक समूहों की तुलना में पर्याप्त रूप से अधिक लंबे (181.20 ± 6.25 सेमी) एवं भारी (74.10 ± 5.60 किग्रा) थे, जो ऊर्ध्वाधर प्रतिस्पर्धा के इर्द-गिर्द संगठित खेल में ऊँचाई द्वारा प्रदत्त यांत्रिक पहुँच लाभ को प्रतिबिंबित करता है। फुटबॉल खिलाड़ियों ने न्यूनतम शरीर भार (66.25 ± 4.80 किग्रा) एवं न्यूनतम Body Mass Index (22.45 ± 1.25 किग्रा/मी^{2}) के साथ सर्वाधिक दुबली रूपरेखा प्रस्तुत की, जो वहन किए जाने वाले भार को न्यूनतम करने के चयापचयी लाभ के अनुरूप है। क्रिकेट खिलाड़ियों ने सर्वोच्च Body Mass Index (23.10 ± 1.35 किग्रा/मी^{2}) के साथ मध्यवर्ती रूपात्मक स्थान प्राप्त किया, जो खेल की मिश्रित मांगों को प्रतिबिंबित करता है। उल्लेखनीय रूप से Body Mass Index प्रत्यक्ष फिटनेस मापों की तुलना में समूहों के मध्य कहीं दुर्बल विभेदक सिद्ध हुआ, जो इस स्थापित सावधानी को सुदृढ़ करता है कि यह सूचकांक दुबले एवं वसा भार में विभेद नहीं कर सकता तथा एथलेटिक जनसंख्या के भीतर इसकी पृथक व्याख्या नहीं की जानी चाहिए।

इम्यूनोलॉजिकल निष्कर्ष विशेष महत्व के अधिकारी हैं, क्योंकि इस क्षेत्र को भारतीय खेल विज्ञान में न्यूनतम ध्यान प्राप्त हुआ है। सभी समूहों ने स्वीकृत चिकित्सीय संदर्भ सीमा के भीतर Total Leukocyte Count एवं Differential Leukocyte Count मान प्रदर्शित किए, जिससे यह आश्वासन प्राप्त होता है कि इन विषयों में राष्ट्रीय स्तर के प्रशिक्षण भार इस समूह में प्रतिरक्षा दुर्बलता से संबद्ध नहीं थे। तथापि उस सामान्य सीमा के भीतर मापन योग्य एवं दिशात्मक रूप से संगत अंतर उभरे। फुटबॉल खिलाड़ियों ने सर्वोच्च Total Leukocyte Count (7600 ± 420 कोशिका/µL) दर्ज किया, जो हृदय-श्वसन सहनशक्ति के समान क्रम अनुसरित करता है तथा दीर्घकालिक एरोबिक मांग एवं रुधिर संबंधी अनुकूलन के मध्य संबंध सुझाता है। वॉलीबॉल खिलाड़ियों ने सर्वोच्च Lymphocyte अनुपात (35.50%) दर्ज किया, जबकि क्रिकेट खिलाड़ियों ने सर्वोच्च Neutrophil अनुपात (59.20%) दर्ज किया, जो प्रतिमान संभवतः प्रशिक्षण-चरण संबंधी शारीरिक तनाव को प्रतिबिंबित करता है।

अनुमानात्मक विश्लेषण ने इन प्रेक्षणों की पुष्टि की। One Way ANOVA ने परीक्षित चारों फिटनेस चरों हेतु महत्वपूर्ण F अनुपात उत्पन्न किए, जिसमें Cooper Run Test ने सर्वाधिक मान ($F = 7.20$, $p < 0.001$) प्राप्त किया तथा इस प्रकार हृदय-श्वसन सहनशक्ति को विषय द्वारा सर्वाधिक तीक्ष्ण रूप से विभेदित गुण के रूप में चिह्नित किया। Tukey Post Hoc विश्लेषण ने यह स्थापित किया कि तीनों युग्मित तुलनाएँ महत्वपूर्ण थीं, जिसमें फुटबॉल एवं क्रिकेट की तुलना ने सर्वाधिक Mean Difference (5.40, $p < 0.001$) उत्पन्न किया तथा वॉलीबॉल को दोनों के मध्य शारीरिक रूप से मध्यवर्ती स्थान पर रखा। तदनुसार राष्ट्रीय स्तर के क्रिकेट, वॉलीबॉल एवं फुटबॉल खिलाड़ियों के मध्य कोई महत्वपूर्ण अंतर न होने की शून्य परिकल्पना अस्वीकृत की गई।

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

इससे अनेक व्यावहारिक निहितार्थ निकलते हैं। प्रतिभा पहचान हेतु यहाँ प्रतिवेदित खेल-विशिष्ट मानक मान भारतीय चयन समितियों को राष्ट्रीय स्तर की जनसंख्या के लिए उपयुक्त साक्ष्य-आधारित संदर्भ मानक प्रदान करते हैं, जो एंथ्रोपोमेट्रिक एवं प्रशिक्षण पृष्ठभूमि में भिन्न जनसंख्याओं से व्युत्पन्न अंतरराष्ट्रीय मानकों पर निर्भरता का स्थान लेते हैं। कंडीशनिंग व्यवहार हेतु क्रिकेट खिलाड़ियों की तुलनात्मक रूप से न्यून हृदय-श्वसन सहनशक्ति एवं लचीलापन स्कोरों की पहचान क्रिकेट तैयारी कार्यक्रमों हेतु विशिष्ट एवं संबोधनीय प्राथमिकताएँ इंगित करती है, विशेषकर सीमित हैमस्ट्रिंग एवं निचली पीठ विस्तार्यता तथा घूर्णी एवं विस्फोटक गति के दौरान चोट जोखिम के मध्य संबंध को देखते हुए। खिलाड़ी निगरानी हेतु यह प्रदर्शन कि श्वेत रक्त कोशिका उपसमूह अनुपात चिकित्सीय मानकों के भीतर रहते हुए प्रशिक्षण मांग के साथ व्यवस्थित रूप से परिवर्तित होते हैं, इस तर्क का समर्थन करता है कि ऐसे परीक्षण को चिकित्सीय प्रकरणों तक सीमित रखने के स्थान पर नियमित खिलाड़ी सर्वेक्षण में सामयिक इम्यूनोलॉजिकल मूल्यांकन को सम्मिलित किया जाए।

कुछ सीमाएँ इन निष्कर्षों को परिबद्ध करती हैं। अनुप्रस्थ काट रूपरेखा सहसंबंध का वर्णन तो करने देती है किंतु कारणता का अनुमान नहीं। प्रेक्षित रूपरेखाएँ खेलों द्वारा उत्पन्न अनुकूलन जितनी ही खेलों में चयन को भी प्रतिबिंबित कर सकती हैं। विशेष रूप से पुरुष प्रतिदर्श महिला खिलाड़ियों तक सामान्यीकरण को सीमित करता है, जिनकी प्रशिक्षण के प्रति शारीरिक एवं इम्यूनोलॉजिकल प्रतिक्रियाएँ स्थापित रूप से भिन्न होती हैं। नब्बे का प्रतिदर्श यद्यपि संचालित विश्लेषणों हेतु पर्याप्त है, खेल के भीतर स्थिति-आधारित अंतरों के परीक्षण को रोकता है, जिन्हें साहित्य विशेषकर क्रिकेट में पर्याप्त मानता है। इम्यूनोलॉजिकल मूल्यांकन एकल समय बिंदु तक सीमित था, जो उस प्रशिक्षण-चरण विचरण को नहीं पकड़ सकता जिसे व्यायाम प्रतिरक्षा विज्ञान साहित्य श्वेत रक्त कोशिका आंकड़ों की व्याख्या हेतु केंद्रीय मानता है।

भविष्य के अनुसंधान को इन सीमाओं का समाधान प्रशिक्षण मैक्रोसाइकिल में खिलाड़ियों का अनुगमन करने वाली अनुदैर्ध्य रूपरेखाओं, महिला खिलाड़ियों के सम्मिलन, खेलों के भीतर स्थिति-आधारित विश्लेषण की अनुमति देने हेतु प्रतिदर्श आकार के विस्तार तथा श्वेत रक्त कोशिका गणना के साथ-साथ लार Immunoglobulin A एवं साइटोकाइन मार्करों तक इम्यूनोलॉजिकल मूल्यांकन के विस्तार के माध्यम से करना चाहिए। इम्यूनोलॉजिकल निगरानी के साथ बीमारी-प्रकरण सर्वेक्षण का एकीकरण प्रशिक्षण भार, प्रतिरक्षा सूचकांकों एवं प्रतिस्पर्धात्मक उपलब्धता के मध्य संबंध के प्रत्यक्ष परीक्षण की अनुमति देगा।

संक्षेप में, यह अध्ययन यह स्थापित करता है कि भारत में राष्ट्रीय स्तर के फुटबॉल, वॉलीबॉल एवं क्रिकेट खिलाड़ी स्वास्थ्य-संबंधी फिटनेस, एंथ्रोपोमेट्रिक एवं इम्यूनोलॉजिकल क्षेत्रों में विशिष्ट एवं सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण अंतर प्रस्तुत करते हैं तथा ये अंतर प्रत्येक विषय की शारीरिक मांगों से दिशात्मक रूप से पूर्वानुमेय हैं। यहाँ अपनाया गया एकीकृत त्रि-क्षेत्रीय मूल्यांकन दृष्टिकोण भारतीय खेल विज्ञान में खिलाड़ी

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

मूल्यांकन हेतु एक व्यावहारिक प्रतिरूप प्रस्तुत करता है तथा उत्पन्न मानक मान विषय-विशिष्ट कंडीशनिंग एवं चयन व्यवहार हेतु एक आनुभविक आधार प्रदान करते हैं।

संदर्भ सूची

1. अकलैंड, टी. आर., इलियट, बी. सी., एवं ब्लूमफील्ड, जे. (2018). एप्लाइड एनाटॉमी एंड बायोमैकेनिक्स इन स्पोर्ट (तृतीय संस्करण). ह्यूमन काइनेटिक्स.
2. कैम्पबेल, जे. पी., एवं टर्नर, जे. ई. (2018). व्यायाम से उत्पन्न प्रतिरक्षा-दमन के मिथक का खंडन: जीवनकाल के विभिन्न चरणों में प्रतिरक्षात्मक स्वास्थ्य पर व्यायाम के प्रभाव की पुनर्परिभाषा। फ्रंटियर्स इन इम्यूनोलॉजी, 9, 648.
3. चटर्जी, एस., एवं बनर्जी, ए. (2021). सहनशक्ति-प्रशिक्षित एवं कौशल-प्रशिक्षित भारतीय खिलाड़ियों में विभेदक श्वेत रक्त कोशिका प्रोफ़ाइल: एक तुलनात्मक अध्ययन। इंडियन जर्नल ऑफ फिजियोलॉजी एंड फार्माकोलॉजी, 65(3), 178–186.
4. फत्ताही, ए., अमेली, एम., सादेगी, एच., एवं महमूदी, बी. (2016). पुरुष अभिजात वॉलीबॉल खिलाड़ियों में मानवमितीय मापदण्डों तथा ऊर्ध्वाधर छलांग के मध्य संबंध। यूरोपियन जर्नल ऑफ एक्सपेरिमेंटल बायोलॉजी, 6(2), 24–29.
5. गैबेट, टी. जे. (2016). प्रशिक्षण–चोट निवारण विरोधाभास: क्या खिलाड़ियों को अधिक समझदारी और अधिक कठिन प्रशिक्षण करना चाहिए? ब्रिटिश जर्नल ऑफ स्पोर्ट्स मेडिसिन, 50(5), 273–280. ht
6. हाज़िर, टी. (2019). खेल स्तर एवं खेलने की स्थिति के अनुसार फुटबॉल खिलाड़ियों की शारीरिक विशेषताएँ एवं सोमाटोटाइप। जर्नल ऑफ ह्यूमन काइनेटिक्स, 66(1), 213–222.
7. जॉनस्टोन, जे. ए., एवं फोर्ड, पी. ए. (2015). पेशेवर क्रिकेट खिलाड़ियों की शारीरिक-क्रियात्मक प्रोफ़ाइल। जर्नल ऑफ स्ट्रेंथ एंड कंडीशनिंग रिसर्च, 29(6), 1573–1580.
8. कास्पर, ए. एम., लैंगन-इवांस, सी., हडसन, जे. एफ., ब्राउनली, टी. ई., हार्पर, एल. डी., नॉटन, आर. जे., मॉर्टन, जे. पी., एवं क्लोज़, जी. एल. (2021). स्किनफोल्ड मापन की वापसी: खेल अभ्यास में सामान्य शरीर संरचना मापन विधियों की प्रभावशीलता पर एक वर्णनात्मक समीक्षा। न्यूट्रिएंट्स, 13(4), 1075.
9. कुमार, आर., एवं शर्मा, वी. (2020). राष्ट्रीय स्तर के टीम खेल खिलाड़ियों में कोर मांसपेशीय सहनशक्ति का तुलनात्मक विश्लेषण। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ फिजिकल एजुकेशन, स्पोर्ट्स एंड हेल्थ, 7(4), 112–117.
10. लिडोर, आर., एवं ज़िव, जी. (2016). किशोर वॉलीबॉल खिलाड़ियों की शारीरिक विशेषताएँ एवं शरीर-क्रियात्मक गुण: एक समीक्षा। पीडियाट्रिक एक्सरसाइज साइंस, 28(1), 22–33.
11. नीमन, डी. सी., एवं वेंट्ज़, एल. एम. (2019). शारीरिक गतिविधि और शरीर की प्रतिरक्षा प्रणाली के मध्य सशक्त संबंध। जर्नल ऑफ स्पोर्ट एंड हेल्थ साइंस, 8(3), 201–217.

12. निकोलाइडिस, पी. टी., रुआनो, एम. ए., डी ओलिवेरा, एन. सी., पोर्टेस, एल. ए., फ्राइवाल्ड, जे., लेप्रेत्रे, पी. एम., एवं क्नेख्टले, बी. (2017). सबसे तेज़ कौन दौड़ता है? पुरुष फुटबॉल खिलाड़ियों में 20 मीटर स्प्रिंट प्रदर्शन के मानवमितीय एवं शरीर-क्रियात्मक सहसंबंध। रिसर्च इन स्पोर्ट्स मेडिसिन, 24(4), 341–351.
13. पाइन, डी. बी., ड्यूथी, जी. एम., सॉन्डर्स, पी. यू., पीटरसन, सी. ए., एवं पोर्टस, एम. आर. (2016). जूनियर एवं सीनियर क्रिकेट खिलाड़ियों में तेज़ गेंदबाज़ी की गति के मानवमितीय एवं शक्ति संबंधी सहसंबंध। जर्नल ऑफ स्ट्रेंथ एंड कंडीशनिंग रिसर्च, 20(3), 620–626.
14. राठौर, वी. एस., एवं मिश्रा, एस. के. (2022). चयनित खेल विधाओं में भारतीय राष्ट्रीय स्तर के खिलाड़ियों की रक्तविज्ञान एवं प्रतिरक्षात्मक प्रोफ़ाइल। जर्नल ऑफ एक्सरसाइज साइंस एंड फिजियोथेरेपी, 18(1), 45–53.
15. राइली, टी., एवं विलियम्स, ए. एम. (2015). साइंस एंड सॉकर: डेवलपिंग एलीट परफॉर्मर्स (तृतीय संस्करण). रूटलेज.
16. शर्मा, एच. बी., एवं कैलाशिया, जे. (2018). भारतीय पुरुष खिलाड़ियों में खेल प्रशिक्षण का मानवमितीय एवं शरीर-क्रियात्मक चरों पर प्रभाव। जर्नल ऑफ क्लिनिकल एंड डायग्नोस्टिक रिसर्च, 12(9), CC01–CC05.
17. सिम्पसन, आर. जे., कैम्पबेल, जे. पी., ग्लीसन, एम., क्रूगर, के., नीमन, डी. सी., पाइन, डी. बी., टर्नर, जे. ई., एवं वॉल्श, एन. पी. (2020). क्या व्यायाम प्रतिरक्षा कार्य को प्रभावित कर संक्रमण की संवेदनशीलता बढ़ा सकता है? एक्सरसाइज इम्यूनोलॉजी रिव्यू, 26, 8–22.
18. सिंह, ए., एवं कौर, जे. (2018). विश्वविद्यालय स्तर के फुटबॉल, वॉलीबॉल एवं बास्केटबॉल खिलाड़ियों के स्वास्थ्य-संबंधी शारीरिक फिटनेस घटकों का तुलनात्मक अध्ययन। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ योगिक, ह्यूमन मूवमेंट एंड स्पोर्ट्स साइंसेज़, 3(2), 456–460.
19. स्लिमानी, एम., एवं निकोलाइडिस, पी. टी. (2019). प्रतिस्पर्धात्मक स्तर, खेलने की स्थिति एवं आयु वर्ग के अनुसार पुरुष फुटबॉल खिलाड़ियों की मानवमितीय एवं शरीर-क्रियात्मक विशेषताएँ: एक व्यवस्थित समीक्षा। जर्नल ऑफ स्पोर्ट्स मेडिसिन एंड फिजिकल फिटनेस, 59(1), 141–163.
20. वॉल्श, एन. पी. (2019). खिलाड़ियों के प्रतिरक्षा स्वास्थ्य एवं पोषण: एक पारंपरिक अवधारणा पर नए दृष्टिकोण। स्पोर्ट्स मेडिसिन, 49(पूरक 2), 153–168.