“MAA” OMWATI COLLEGE OF EDUCATION HASSANPUR (PALWAL)

AFFILIATED CRS UNIVERSITY, JIND

B.P.ED – 4th Sem. (2021-22)

Biomechanics

MAA OMWATI EDUCATION TRUST

DELHI

E-mail: moce.principal@maaomwati.com

पेशीय गति विज्ञान तथा खेल जैव-यांत्रिकी

विज्ञान का अर्थ तथा परिभाषा

(Meaning and Definition of Kinesiology and Sports Biomechanics)

यह माना जाता है कि जो लोग विज्ञान के व्यवहार के अनुरूप कार्य नहीं करते है वे उसी के अनुरूप है जो बिना कम्पास के जहाज को मोड़ते है। कहने का तात्पर्य यह है कि एक पायलट को जिस प्रकार यह पता नहीं होता है कि उसका जहाज कहा जा रहा है, उसी प्रकार विचारहीन व्यक्ति भी अनजान है। खिलाड़ियों को सह दिशा दिखाना कोच का कार्य माना गया है। वही उन्हें विभिन्न वैज्ञानिक तकनीकों के आधार पर कार्य करने की विधियां समझाते है। कोचिंग को एक कला कहा जाना अधिक उपयुक्त होगा। इसमें दो गुणों का मिश्रण होना अनिवार्य माना जाता है। इसके साथ ही खेल उपकरणों के साथ सामंजस्य स्थापित करने की कला भी एक विशिष्ट परिधि में सम्मिलित की जाती है। जिस समय एक खिलाड़ी को उपकरणों के साथ अपने शरीर का समायोजन स्थापित करना आ जाता है तथा वह अपने शरीर का भली-भांति उपयोग उपकरणों के साथ करना आरम्भ कर देता है उस समय उस खिलाड़ी को निपुण कहा जा सकता है।

Scanned with CamScanner

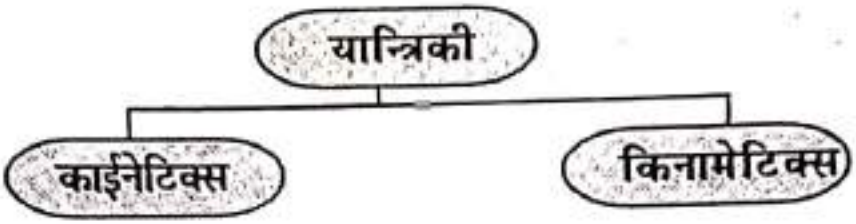
शारीरिक शिक्षा एवं क्रीड़ा जैसे क्षेत्र में जैव यान्त्रिकी एक कठिन तथा महत्त्वपूर्ण विषय है। इसके ज्ञान के अभाव में खिलाड़ी अपने उच्च प्रदर्शन को प्राप्त नहीं कर सकता इसके लिए यह आवश्यक है कि खेल शिक्षक, प्रशिक्षक, खेल वैज्ञानिक तथा खेल के निरन्तर विकास में लगे लोगों को जैव यान्त्रिकी का स्पष्ट ज्ञान हो, तभी खिलाड़ी अपने उच्च प्रदर्शन को प्राप्त कर सकता है। इसे जानने से पहले विज्ञान के सम्बन्ध में जानना आवश्यक है, क्योंकि खेल जैव यान्त्रिकी विज्ञान से संबंधित विषय है। विज्ञान अंग्रेजी शब्द Science का हिन्दी रूपान्तर है जिसकी उत्पत्ति लेटिन भाषा के शब्द Scientia से हुई है।

वास्तव में इस ब्रह्माण्ड में जो कुछ घटित हो रहा है, उसका क्रमबद्ध अध्ययन ही विज्ञान है। दूसरे शब्दों में प्राकृतिक घटनाओं का अध्ययन करना तथा उनके आपस के संबंध ज्ञात करने का नाम ही विज्ञान है। थॉमस हॉब्स के अनुसार "Science is the knowledge of consequences and dependence of one fact open another".

डॉ॰ विलियम्स के अनुसार "Science is the systematic study of fact" खेल जैव यान्त्रिकी अध्ययन में हम केवल यान्त्रिकी विज्ञान के नियम तथा सिद्धान्त जो खिलाड़ी के प्रदर्शन क्षमता को प्रभावित करते है, पर प्रकाश डालेंगे।

Scanned with CamScanner

यदि खिलाड़ी जैवयान्त्रिकी के नियमों का अनुसरण कर किसी गतिविधि को सम्पादित करते हैं, तो इसके परिणामस्वरूप कम ऊर्जा का उपयोग कर उसे अन्य गतिविधियों के लिए बचा कर रख सकते हैं।



काईनेटिक्स
(Kinetics)

यह डायनामिक्स का वह पहलू है जिसमें बल का अध्ययन किया जाता है, जो वस्तुओं को गतिमान बनाते है, बल खिंचाव या धकेलन हो सकता है। काईनोटिक्स में बलों का वर्णन है जो गति पैदा करते हैं, तथा इसमें न्यूटन के गति के तीन सिद्धान्त शामिल है। इसका महत्त्वपूर्ण पैरामीटर बल समय विशेषता जो मुख्यतः ग्राऊण्ड रियेक्शन फोर्स है, इसमें किसी खेल क्रिया को करते समय कितना बल लगा इसका मापन किया जाता है इसका उपयोग खेल में विभिन्न प्रकार से लगने वाले बल का मूल्यांकन करना है। जैसे जम्प के समय कितना बल लगा, फेंकते समय कितना बल लगा, वेटलिफ्टिंग (Weightlifting) के समय कितना बल लगा इत्यादि। फोर्स प्लेटफार्म तथा विभिन्न प्रकार के फोर्स ट्रासडुसबर से शरीर के विभिन्न भागों से कितना बल लगा, इसका मापन किया जाता है।

किनामेटिक्स
(Kinematics)

यह डायनामिक्स का एक अन्य पहलू है। जहाँ मानव जाति का अध्ययन किया जाता है। खेल जैव-यान्त्रिकी में विभिन्न प्रकार के गति का मूल्यांकन किनामेटिक्स के उपयोग से होता है। जिसमें दूरी, समय, त्वरण,

Scanned with CamScanner

वेग, कोण आदि का मूल्यांकन गति के दौरान किया जाता है। खेल ट्रेनिंग अथवा प्रशिक्षण के दौरान जम्प, टेक ऑफ का समय, शरीर का वेग, गुरुत्व केन्द्र इत्यादि का विश्लेषण किया जाता है।

जैव-यान्त्रिकी से संबंधित शब्दों की परिभाषा

यान्त्रिकी
(Mechanics)

वह भौतिक विज्ञान की वह शाखा है, जिसमें वस्तु की गति के संबंध में अध्ययन करते हैं। जबकि उस पर कोई बल क्रियाशील हो।

पेशीय गति विज्ञान
(Kinesiology)

पेशीय गति विज्ञान अथवा प्राणी गतिकी विज्ञान की वह शाखा है, जिसमें जीव के शरीर की गति के विषय में सुव्यवस्थित एवं क्रमबद्ध तरीके से अध्ययन करते हैं। इस विज्ञान में शरीर की उन क्रियाओं का अध्ययन किया जाता है जिसमें की शरीर की बनावट, मांसपेशी, हड्डियों, जोड़ (Joints) तथा उसके कार्यरत तन्त्र जो जीव को गति प्रदान करते है एवं जीव की गति को प्रभावित करते है। दूसरे शब्दों में प्राणी का शरीर किस प्रकार बल पैदा कर शरीर को गति प्रदान करता है, इन क्रियाओं का अध्ययन हम इस विज्ञान के अन्तर्गत करते है।

अंग्रेजी में सरलता से इस प्रकार परिभाषित कर सकते है- "Kinesiology is the study of Human motion"

जैव-यान्त्रिकी
(Biomechanics)

यह विज्ञान की वह शाखा है, जिसमें प्राणी तथा उसमें प्रयुक्त उपकरणों की गति के विषय में अध्ययन करते है, जबकि उस पर आन्तरिक बल (मांसपेशी) तथा बाहरी बल (घर्षण, दबाव, वायु

Scanned with CamScanner

प्रतिरोधक बल) कार्यरत हो।

"Biomechanics is the study of external and internal forces and result of it."

संवेग

यह गति में परिवर्तन की दर को प्रदर्शित करते है। अर्थात् यह उसकी गति अथवा दिशा में परितर्वन करती है। संवेग को दर्शाने के लिए फुट/सैकंड/ मीटर प्रति सैकंड आदि का उपयोग किया जाता है। जिस समय किसी वस्तु पर बल लगाया जाता है उस समय उसकी स्थिति में होने वाले परिवर्तनों को संवेग का प्रतिफल कहा जा सकता है। संवेग उत्पन्न करने के लिए वस्तु पर बल लगाने की आवश्यकता रहती है।

न्यूटन के गति के सिद्धान्त

न्यूटन के द्वारा प्रतिपादित किए जाने वाले गति के सिद्धान्त अत्यन्त महत्वपूर्ण माने जाते है। इन सिद्धान्तों के आधार पर गति तथा वस्तु के बीच सम्बन्ध को आसानी से समझा जा सकता है। न्यूटन ने जिन नियमों का प्रतिपादन किया है वह बल ज्यामिती के अनुरूप कार्य करते है। इनका वर्णन निम्नलिखित रूप से किया जा रहा है:-

(क) न्यूटन का प्रथम नियम- प्रक्रिया का सिद्धान्त- इस सिद्धान्त में न्यूटन ने यह प्रतिपादित किया कि प्रत्येक लीनियर क्रिया के लिए सम तथा विपरीत प्रतिक्रिया होती है। एक्शन फोर्स के लिए विपरीत अथवा बराबर प्रतिक्रिया बल होता है। जिस समय एक वस्तु के द्वारा दूसरी वस्तु पर के बाराबर अथवा विपरीत बल लगाती है। इस प्रकार दोनों बलों का आपस में टकराव होता है। इसके उदाहरण- चलना, कूदना आदि है।

(ख) न्यूटन का दूसरा नियम- जिस समय किसी वस्तु पर असंतुलित बल लगाया जाता है उस सयम उसमें संवेग की उत्पत्ति होती है, जिसके परिणामस्वरूप उस असंतुलित बल के सीधे समानुपात बल का प्रयोग होता है। इस प्रकार इस नियम के द्वारा वजन बल तथा संवेग आदि

Scanned with CamScanner

को दर्शाया जाता है। कई प्रकार के खेल कौशलों में इसका प्रयोग किया जाता है। इसका उदाहरण फेंकी जाने वाली गेंद का टकराना है।

(ग) न्यूटन का तीसरा नियम- इस नियम को जड़त्व का नियम भी कहा जाता है, इस नियम के अनुसार जब तक बाहरी बल का किसी वस्तु पर प्रभाव नहीं पड़ता है। तब तक वस्तु विश्राम की स्थिति में रहती है। जिसे जड़त्व भी कहा जाता ह। इस प्रकार इस नियम के द्वारा यह बताया गया है कि जब तक किसी वस्तु पर बाह्य बल का कुल वेग शून्य होगा तब तक वह वस्तु सन्तुलन की अवस्था में रहेगी। जिस प्रकार एक गेंद यदि मैदान पर पड़ी रहे, तो उसमें किसी प्रकार की हलचल नहीं होगी, क्योंकि उस समय गेंद पर किसी प्रकार का बल नहीं लगाया गया है। इसके विपरीत यदि गेंद को फेंका गया है तो निश्चय ही उसकी गति में परिवर्तन आने की संभावना बनी रहती है। क्योंकि उस समय पर गुरूत्व बल तथा हवा आदि के द्वारा बल लगाया जाता है। अत: उसकी दशा बलदती रहती है। अर्थात् यह किसी वस्तु की वह स्थिति है जब वह अपना स्थान बदलना नहीं चाहती, स्थिर रहना चाहती है। यह किसी वस्तु का वह गुण है जिसमें किसी बाहरी बल के द्वारा ही वस्तु में परिवर्तन किया जा सकता है। गति के द्वारा विज्ञान की गति को तोड़ जाता है। जिसके परिणामस्वरूप वस्तु में हलचल उत्पन्न होती है।

संतुलन

जिस समय व्यक्ति का शरीर किसी स्थायित्व स्थिति में रहता है, उस स्थिति को संतुलन की स्थिति कहा जाता है। यह किसी मनुष्य के शरीर की वह स्थिति मानी जाती है, जिसमें उसका शरीर सीधा रहता है तथा वह आसानी से इधर-उधर नहीं डोलता है। इस प्रकार की स्थिति में मनुष्य का शरीर किसी एक निश्चित स्थिति में स्थायी रूप से रहता है, उसके शरीर में उत्तेजना उत्पन्न करने अथवा लुढ़काने के लिए बल का प्रयोग किया जाता है। जबकि इसके विपरीत असंतुलन उस वस्तु को कहा जाता है, जिसे इधर-उधर आसानी से लुढ़काया जा सकता है।

Scanned with CamScanner

व्यक्ति के कौशल प्रदर्शन तथा हुनर प्रदर्शन के लिए संतुलन की अत्यधिक उपयोगिता मानी जाती है। प्रत्येक परितर्वन में गुरूत्व केन्द्र बदल जाता है। ऐसा देखा जाता है कि पुरूषों एंव स्त्रियों में खड़े होने की स्थिति भिन्न होती है। जिस समय व्यक्ति का शरीर नवीन मुद्रा में आता है, उस समय उसके शरीर का केन्द्र बदलता है। हुनर के द्वारा इस गुरूत्व केन्द्र को नियंत्रित किया जा सकता है। तथा स्थिति को कायम रखा जा सकता है। मनुष्य के शरीर में संतुलन की अत्यधिक आवश्यकता रहती है। बिना संतुलन के वह विभिन्न प्रकार के कार्यों को करने में असमर्थ रहता है। अत: संतुलन उसके कार्य के लिए विशेष रूप से आवश्यक माना जाता है।

प्रश्न यह उत्पन्न होता है कि गुरूत्व रेखा क्या है? इसका उत्तर यह है कि गुरूत्व रेखा वह काल्पनिक रेखा है जो वजन केन्द्र से गुजरती है। इसी के फलस्वरूप मानव शरीर में संतुलन की अवस्था स्थापित रहती है। मानव के शरीर के साथ-साथ चलने वाली शक्ति को गुरूत्व शक्ति कहा जाता है। यदि मनुष्य के शरीर का गुरूत्व से सम्बन्ध टूट जाता है तो उसके शरीर का स्थायित्व समाप्त हो जाता है। धरातल तथा उसके शरीर के मध्य संतुलन स्थापित करने के लिए गुरूत्व बल की आवश्यकता रहती है। यह शरीर को संतुलित अवस्था में बनाए रखने का केन्द्र बिन्दु भी कहा जाता है।

स्टेटिक संतुलन/स्थायित्व

यह मनुष्य के शरीर की वह स्थिति मानी जाती है जिसमें वह स्थायी रूप से रह सकता है। यह उसके सीधे खड़े होने की स्थिति कही जाती है। इसमें मनुष्य गुरूत्व-केन्द्र के पास रहता है। जिस समय किसी जिमनास्ट के द्वारा बल लगाया जाता है उस समय उसके शरीर का गुरूत्व केन्द्र के साथ स्थायित्व स्थापित हो जाता है और वह आसानी से अपने शरीर का विभिन्न प्रकार की प्रतिक्रियाओं के साथ स्थायित्व स्थापित कर लेता है। वह विभिन्न प्रकार के स्टंट करने में भी इसी का

Scanned with CamScanner

उपयोग करता है। इसी प्रकार शूटिंग व दौड़ में भी गुरूत्व केन्द्र का उपयोग किया जाता है।

स्टेटिक संतुलन के सिद्धान्त

स्टेटिक संतुलन के लिए निम्नलिखित बातों का होना अनिवार्य माना जाता है:-

(क) शरीर का वजन- स्थायित्व को बनाए रखने के लिए वजन की अपनी विशेष भूमिका रहती है। ऐसा देखा जाता है जो व्यक्ति जितना अधिक भारी होता है अन्य बाते समान रहने पर वह अत्यधिक सन्तुलित अवस्था में होता है। इसी प्रकार जिस वस्तु में भार अधिक होता है वह वस्तु अत्यधिक स्थायित्व रहती है।

जिस प्रकार ठोस वस्तुओं में संतुलन होता है उसी प्रकार खेल में कूद में भी संतुलन होता है। जिस समय कुश्ती में किसी पहवान के द्वारा दूसरे पहलवान को धकेला जाता है उसम वह गिरने वाला पहलवान कई प्रकार की स्थितियों का उपयोग कर अपने शरीर के स्थायित्व को बनाए रखने की कोशिश करता है। वह पुनः गुरूत्व बल के कारण खड़ा हो जाता है तथा जम जाता है। अतः स्थायित्व में वजन की विशेष भूमिका मानी जाती है।

(ख) सम्भावित बल की दिशा- ऐसा देखा जाता है कि यदि लगाए जाने वाले बल की दिशा का ज्ञान प्राप्त हो जाता है तो उस बल के स्थायित्व में वृद्धि की जा सकती है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि गुरूत्व केन्द्र में लगे जाने वाले बल के आधार पर अधिक बल लगाया जा सकता है।

(ग) निम्न गुरूत्व केन्द्र – ऐसा देखा जाता है कि जितना गुरूत्व केन्द्र नीचा होता है, उतना ही स्थायित्व पाया जाता है। खिलाड़ियों के द्वारा अपनी बाजुएं तथा टांगे अच्छी तरह से खोली जाती है ताकि गुरूत्व केन्द्र के मध्य आ सके।

Scanned with CamScanner

(घ) विस्तृत स्पोर्ट आधार- यह सर्वमान्य बात है कि जितना अधिक आधार प्राप्त होगा उतना ही अधिक संतुलन स्थापित किया जा सकेगा। संतुलन स्थापित करने के लिए आधार की अत्यधिक आवश्यकता रहती है। यदि व्यक्ति को किसी प्रकार की स्पोर्ट प्राप्त हो जाती है तो वह भली भांति शारीरिक संतुलन स्थापित कर सकता है। क्योंकि उसके गुरूत्व केन्द्र का स्थायित्व भी अधिक हो जाता है। जिसके परिणामस्वरूप उसके शरीर में स्थायित्व विद्यमान हो जाता है।

संतुलन स्थायित्व के प्रकार

(क) न्युट्रल संतुलन

(ख) डायनामिक संतुलन तथा

(ग) स्टेटिक संतुलन

स्थायित्व के लिए उत्तरदायी शास्त्रीय व अन्य कारक

स्थायित्व के लिए अन्य एवं शास्त्रीय कारकों का उल्लेख निम्नलिखित प्रकार से किया जा रहा है:-

(क) अन्य कारक- 1. फुटनियवर की स्थिति, 2. सरफेस की पहचान तथा 3. खिलाड़ी का अनुभव।

(ख) शारीरिक शास्त्रीय कारक- 1. इनर-इयर बैलेंस पद्धति, 2. तालमेल तथा 3. काइनेसथेटिक सेंस।

डायनामिक स्थायित्व अथवा संतुलन

इस प्रकार के संतुलन का उपयोग गति के दौरान बनाया जाता है। गति के संतुलन को आधार के स्थायित्व के सन्तुलन की अपेक्षा अत्यधिक कठिन माना जाता है। इस प्रकार के स्थायित्व में एथलीट को अत्यधिक एकाग्र होने की आवश्यकता रहती है। यदि उसका ध्यान किसी अन्य जगह पर जाता है तो इससे उसे हानि उठानी पड़ सकती है।

Scanned with CamScanner

यह देखा जाता है कि तीव्र गति में परिवर्तन में, एथलीट को स्वयं को रोकने के लिए आगे की ओर झुकना पड़ता है। वह बिना झुके अपने पैरों के द्वारा लगाए जाने वाले बल पर विजय प्राप्त नहीं कर पाता। अतः इस प्रकार उसका संतुलन समाप्त हो जाता है तथा वह शारीरिक क्षति प्राप्त करता है। यदि उसके शरीर में मोड़ उत्पन्न हो जाता है तो इससे भी उसे हानि उठानी पड़ सकती है।

न्यूट्रल संतुलन

इस प्रकार के संतुलन में वस्तु न्यूट्रल संतुलन में होती है। इस प्रकार के संतुलन में गुरूत्व केन्द्र की ऊंचाई पर पुश देने से प्रभावित नहीं हो सकती जिस प्रकार जमीन पर पड़ी गेंद।

गुरूत्व केन्द्र

यह एक ऐसी स्थिति कही जा सकती है जहां पर वस्तु का भार अथवा वजन एक जगह पर केन्द्रित होता है। इसी प्रकार यह एक ऐसा केन्द्र है जिस पर वस्तु का भार एक जगह पर केन्द्रित हो जाता है और उसमें स्थायित्व उत्पन्न हो जाता है। मनुष्य के शरीर में संतुलन स्थापित करने में गुरूत्व केन्द्र के द्वारा विशेष योगदान दिया जाता है।

बल

बल को केवल महसूस किया जा सकता है, इसे देखा नहीं जा सकता। जिस समय व्यक्ति के द्वारा कार्य किया जाता है उस सयम उसके द्वारा बल का उपयोग किया जाता है। बल किसी व्यक्ति की वह ताकत है जिसका उपयोग वह विभिन्न प्रकार की प्रक्रियाओं को करने में करता है। इसके अभाव में व्यक्ति विभिन्न प्रकार की प्रक्रियाओं को करने में असमर्थ रहता है। यह व्यक्ति के द्वारा किए जाने वाले सभी कार्यों में प्रयुक्त किया जाता है। इसे केवल आसाव अथवा ध्वनि के द्वारा ही महसूस किया जा सकता है। यह वस्तु के परिमाप से अधिक होता है, वस्तु में उत्तेजना उत्पन्न करने के लिए भी इसका उपयोग किया जाता है।

Scanned with CamScanner

बल की परिभाषा

साधारण भाषा में पुश और पुल को बल कहा जाता है। यह किसी वस्तु पर लगाए जानी वाली सम अंथवा विपरीत शक्ति भी कही जाती है। जिसके परिणामस्वरूप वस्तु की स्थिति में परिवर्तन देखने को मिलता है। इसका परिणाम दिशा परिवर्तन माना जाता है। सभी प्रकार की वस्तुओं में गति परिवर्तन के लिए इसकी विशेष भूमिका मानी जाती है। इसका परिमाप वस्तु से अधिक माना जाता है, क्योंकि वस्तु के वेग के विपरीत इसका उपयोग किया जाता है।

बल लगाने के सिद्धान्त

गति पर बल के कारण पड़ने वाले प्रभाव का वर्णन निम्नलिखित प्रकार से किया जा सकता है:-

(क) वस्तु पर जिस समय एक ही गति पर बल लगाया जाता है, उस सयम उस वस्तु में उसी गति में निरन्तर परिवर्तन होता रहता है। इसी प्रकार यदि किसी वस्तु में एक ही गति में अधिक बल लगाया जाता है तो उस गति के परिणाम में उसी क्रम में प्रभाव उत्पन्न होता है।

(ख) शरीर तथा वस्तु के द्वारा अनुभव की जाने वाली गति में बदलाव उसके बल के कारण ही देखा जाता है। जिस समय वस्तु पर अधिक बल लगाया जाता है उस समय उसमें अधिक बललाव देखा जाता है, इसी प्रकार जैसे-जैसे बल कम किया जाता है, गति में बदलाव भी कम हो जाता है। अतः बल का गति पर प्रत्यक्ष रूप से प्रभाव देखा जाता है।

(ग) जिस दिशा में बल लगाया जाता है, उसी दिशा में तय किया जाता है कि वस्तु में किस गति से परिवर्तन हो रहा है।

(घ) जैसे-जैस बल में परिवर्तन किया जाता है, वैसे-वैसे गति में बदलाव आता रहता है। अतः संतुलन तथा असंतुलन स्थिति को बनाए रखने के लिए बल का प्रयोग किया जाता है।

Scanned with CamScanner

इस प्रकार उपरोक्त विवेचन के आधार पर यह कहा जा सकता है कि बल किसी वस्तु पर लगाए जाने वाली वह शक्ति है, जिसके परिणामस्वरूप वस्तु में उत्तेजना उत्पन्न की जाती है। उसे हिलाया जाता है तथा उसे एक स्थान से परिवर्तित कर दूसरे स्थान पर ले जाने की कोशिश की जाती है। बल व्यक्ति के शरीर का वह भाग है जो उसके द्वारा बाह्य तथा आंतरिक दोनों ओर से लगाया जाता है। बल का उपयोग कर व्यक्ति विभिन्न प्रकार की क्रियाओं को सम्पन्न करता है। यह व्यक्ति में केवल अनुभव किया जा सकता है, इसे देखा नहीं जा सकता। किसी व्यक्ति में कितना बल है, यह उसके कार्यों के आधार पर ही पता लगाया जा सकता है। अतः बल व्यक्ति के व्यक्तित्व की सुदृढ़ता को प्रदर्शित करने वाला भी माना जाता है। बल के अभाव में व्यक्ति के विकास की कल्पना नहीं की जा सकती। यह व्यक्ति के शरीर का वह गुण है जिसके आधार पर व्यक्ति विभिन्न प्रकार की समस्याओं का समाधान करने में सक्षमता प्राप्त करता है। संक्षेप में यह कहा जा सकता है कि उपरोक्त वर्णित बल के सिद्धान्तों के आधार पर बल का प्रयोग किया जाना सर्वोत्तम साबित होगा।

बल के प्रकार

बल को सामान्यतः किसी वस्तु की पुश-पुल अवस्था कहा जाता है। यह किसी वस्तु पर लगाया जाने वाली वह शक्ति मानी जाती है, जिसके परिणामस्वरूप वस्तु की स्थिति में परिवर्तन देखा जाता है। इसके प्रकारों का वर्णन निम्नलिखित प्रकार से किया जा सकता है:-

(क) टेंशन बल- यह वस्तु को स्क्वीज करने के लिए लगाया जाता है।

(ख) शीयर बल- इससे वस्तु को एक ही हिस्से में बल लगाया जाता है।

(ग) कम्प्रेशर बल- यह भी वस्तु को स्कप्री करता है।

(घ) कायनेटिक्स बल- इस बल का सम्बन्ध असंतुलन से है, इसका

Scanned with CamScanner

परिणाम दिशाहीन है।

लीवर

मनुष्य के शरीर में लीवर का कार्य एक मशीन की भांति होता है। यह मानव शरीर के हिलने डुलने का उपकरण भी कहा जाता है। इसकी तुलना मानव कंकाल के द्वारा भी की जा सकती है। इसके अन्तर्गत मनुष्य को एक्शल के लिए आवश्यक बल मांसपेशियों के द्वारा प्रदान किया जाता है। लिवर की गतिहीन वस्तु के रूप में हड्डी को माना जाता है। जब तक हड्डी पर पेशियों के द्वारा बल नहीं लगाया जाता है, तब तक वह आराम की स्थिति में रहती है। इस प्रकार मांसपेशियों के द्वारा लगाया जाने वाला बल हड्डियों में उत्तेजना उत्पन्न करता है।

यंत्र शास्त्र एवं यांत्रिक सिद्धान्त

यंत्र शास्त्र

क्रीड़ा के कौशल्यों को विकसित करने के लिए मानव के शरीर की अनुकूलता परमावश्यक है। मानव शरीर भी इंजन से चलने वाली मशीन के ही समान है। यदि मानव के शरीर की क्रिया सही ढंग से होती रहे तो शारीरिक अनुकूलता भी सही ढंग से हो जाती है। मशीन तथा मानव के शरीर में काफी मात्रा में अन्तर पाया जाता है। मशीन तथा मानव क्रिया में एक जैसे ही सिद्धान्तों को उपयोग में लाया जाता है। कम से कम ईधन खर्च करके मशीन से अधिक से अधिक तथा सुविधाजनक कार्य करवाना प्रमुख है उसी तरह क्रीड़ा के क्षेत्र में स्पर्धा में भाग लेना अथवा स्पर्धा में जीतने के लिए कम से कम ऊर्जा खर्च कर अधिक से अधिक लाभ उठाना या सफलता प्राप्त करना यंत्र शास्त्र का मुख्य उद्देश्य है।

यांत्रित सिद्धांत वह विज्ञान है जिसके द्वारा मानव शरीर की आंतरिक तथा बाहय ताकतों को क्रिया करते हुए जांच करना इन ताकतों कम क्रियाओं के ऊपर कौन सा प्रभाव पड़ता है इसको अनुसंधान करता है। अधिशिक्षा के क्षेत्र में यांत्रिक सिद्धांत को क्षेत्र बहुत ही सीमित है तथा यह

Scanned with CamScanner

कौशल्यों के विश्लेषण तक ही सीमित है।

यांत्रिक सिद्धांत का ज्ञान

आज के युग में लगभग सभी व्यक्ति क्रीड़ा के तकनीकों में रूचि रखते है। तथा निम्न व्यक्तियों के लिए इसका ज्ञान रखना भी अति-आवश्यक है।

यांत्रित सिद्धांत

शारीरिक शिक्षक यांत्रिक सिद्धांतों का ज्ञान सभी शारीरिक शिक्षकों के लिए आवश्यक है। शारीरिक शिक्षक को क्रियाओं को करवाते समय यांत्रिक सिद्धांतों की आवश्यकता पड़ती है। शारीरिक शिक्षक की तकनीकों को सिखाने तथा प्रशिक्षण की पद्धतियों को प्रशिक्षण में क्रियांवित करने के लिए यांत्रिक सिद्धांतों की आवश्यकता पड़ती है।

शारीरिक शिक्षक को शरीर क्रिया विज्ञान शरीर रचना तथा शरीर संबंधी अन्य जानकारियां विद्यार्थियों तथा खिलाड़ियों को देनी पड़ती है। शारीरिक शिक्षक इन सभी जानकारियों को तब दे सकता है जब उसे स्वयं यांत्रिक सिद्धांतो को ज्ञान होगा।

प्रशिक्षण महाविद्यालयों में शारीरिक शिक्षकों को यांत्रिक सिद्धांतों का ज्ञान आवश्यक है।

अधिशिक्षक

अधिशिक्षक को अधिशिक्षा देने के लिए यांत्रिक सिद्धांतों को ज्ञान आवश्यक है।

एक अधिशिक्षक लम्बी दूरी के धावक तैयार करता है तथा उसे खिलाड़ी की सहनशीलता पर अधिक जोर देना पड़ता है इसकी तुलना में फुटबाल, जिम्नास्टिक तथा तैरने की क्रियाओं को सिखाने वाले अधिशिक्षक को खिलाड़ियों को कौशल्यों के तकनीक आदि विशेष रूप से सिखाने तथा विकसिक करने पड़ते है। ऐसी परिस्थितियों में इन अधिशिक्षकों को यांत्रिक

Scanned with CamScanner

सिद्धांतों पूर्ण ज्ञान आवश्यक है।

अधिशिक्षक को अधिकांश क्रियाएं अकेले को ही सिखानी पड़ती है। अधिशिक्षक को खिलांड़ियों को कौशल्यों की सिखा कर विकसित भी करना पड़ता है। खिलाड़ियों को स्पर्धा के लिए भी तैयार करना पड़ता है। इन पहलुओं को देखते हुए अधिशिक्षक को यांत्रिक सिद्धांतों का ज्ञान आवश्यक है।

खिलाड़ी

जितनी अधिक आवश्यकता शारीरिक शिक्षक एवं अधिशिक्षक को यांत्रिक ज्ञान की होती है उस स्तर तक खिलाड़ी को इसके ज्ञान की आवश्यकता नहीं होती है परन्तु खिलाड़ी को यांत्रिक सिद्धांतों का ज्ञान होना ही चाहिए। जिन खिलाड़ियों को कौशल्य पहले से ही विकसित होता है उनको यांत्रिक सिद्धांतों के ज्ञान की आवश्यकता नहीं होती है।

गति विज्ञान

गति विज्ञान यांत्रिक सिद्धांत की वह शाखा है जिसमें हम शरीर की गति का अध्ययन करते है। शरीर कितना हलचल कौन सी स्थिति में हलच कौन सी गति से हलचल तथा स्थिर कैसे रहता है। इसकी जानकारी गति विज्ञान से होती है। गति कि बारे में हमें गति संबंधी शास्त्र से पता चलता है।

जब शरीर के घूमने की हलचल एक स्थान से दूसरे स्थान पर होती है तब इसकी गति करने की क्रिया तथा गति की दूरी प्राथमिक तथा अंतिम स्थिति के बीच सामान्तर अंश होता है यदि उस दूरी को शरीर की स्थिति से मापा जाए। गति विज्ञान में गति संबंधी सभी क्रियाओं का अध्ययन किया जाता है।

गति सम्बन्धी शास्त्र

गति की क्रियाओं को क्रियान्वित करना तथा खिलाड़ियों की हलचलों

Scanned with CamScanner

को ध्यान में रखते हुए उनके द्वारा की गई शारीरिक क्रियाओं का गहनता से अध्ययन करना तथा सूक्ष्मता से अवलोकन करना है। इसमें निम्नलिखित बातों को सम्मिलित किया जाता है।

बल

बल की हलचल उसी समय सम्भव होगी जब वस्तु के जड़त्व को तोड़ने योग्य मात्रा का बल उस पर कार्य करेगा। यह बल न केवल वस्तु के आधार एवं वजन से भारी होगा साथ-साथ वस्तु की गति को विरोध करने वाले सभी घटकों की विरोध शक्ति से भी अधिक होना चाहिए।

समूह

शरीर की बनावट जिन-जिन पदार्थो से हुई है उसे समूह मास कहते हैं तथा इसे जड़त्व से मापते है। इसमें जिस खिलाड़ी के शरीर की बनावट में कम हल्का शरीर शारीरिक क्रियाओं को करने के लिए आसानी से गति पकड़ लेता है परन्तु भारी शरीर क्रिया करते समय दैरी से गति पकड़ता है।

जड़त्व

जब शरीर आराम की स्थिति में होता है तो यह आराम के अलावा कोई दूसरी क्रिया करने के लिए समर्थ नहीं होता है। यदि कोई वस्तु चल रही है तो वह बल उसे रोके या न चलाए।

यदि एक यात्री चलती हुई गाड़ी या बस में बैठा हुआ हो तो गाड़ी या बस के अचानक रूक जाने से उसे आगे की ओर धक्का लगेगा। इसका कारण है कि पहले गाड़ी और यात्री दोनों ही गति में थे परन्तु गाड़ी के अचानक रूक जाने से यात्री का निचना भाग विराम अवस्था में आ जाता है और ऊपर का भाग आगे की और गति में ही रहता है। चलती हुई गाड़ी से उतरने पर यात्री के पैर विराम अवस्था में आ जाते है परन्तु उसका शरीर आगे की ओर गति में ही रहता है। इस कारण वह आगे की और गिर जाता है। इसलिए सावधानी से उतरने के लिए उसे कुछ दूर तक गाड़ी के

Scanned with CamScanner

साथ-साथ भागना चाहिए।

यांत्रिक

यांत्रिक शब्द की उत्पति यंत्र शब्द से हुई है तथा इसे वैज्ञानिक सिद्धान्तों में अधिकतर उपयोग में लाया जाता है। यांत्रिक शास्त्र से गति के बारे में विस्तृत वर्णन किया है। क्रीड़ के क्षेत्र में गति का बहुत ही महत्व है तथा इसका उपयोग प्रत्येक कौशल्य को सिखाने तथा विकसित करने के लिए उपयोगी है।

गामक

जब मानव एक स्थान से दूसरे स्थान को अपने शरीर को परिवर्तित करता हैं या एक स्थान से दूसरे पर क्रिया करता है तो उस क्रिया को हलचल कहा जाता है। इन हलचलों पर नाड़ी प्रणाली का नियंत्रण कार्य करता है। नाड़ी प्रणाली की हलचलों से ही शारीरिक गति होती है तथा शरीर क्रिया को करने के लिए सक्षम होता है।

इसमें मानव की प्रत्येक दिन की हलचल उदाहरण स्वरूप चलना-फिरना तथा कूदना इत्यादि।

मानव शरीर में हलचल दो प्रकार के होती है।

1. ऐच्छिक हलचल
2. अनैच्छिक हलचल

यांत्रिक सिद्धांतों का विश्लेषण

यांत्रिक सिद्धांतों के विश्लेषण का अर्थ है कि क्रीड़ा क्षेत्र में खेल की स्थिति में मानव-हलचलों के वैज्ञानिक सिद्धांतों को अध्ययन करना है। इसका उद्देश्य है कि कम स कम ऊर्जा का उपयोग करते हुए अधिक से अधिक कार्य करने की क्षमता होनी चाहिए।

आजकल ऊर्जा को काफी महत्व दिया जा रहा है मशीनों में मानव में

Scanned with CamScanner

यह प्रवृत्ति बनी हुई कि कम से कम खर्चा करके अधिक से अधिक लाभ लिया जा सकें। उच्च स्तर की स्पर्धाओं में आज खिलाड़ी श्रेष्ठ प्रदर्शन करके नए-नए कीर्तिमान स्थापित कर रहे है।

इस क्षेत्र में कौशल्यों के विकास हेतु दिन-प्रति दिन अनुसांधन हो रहे है।

यांत्रिक सिद्धांतों का वर्णन अथवा विश्लेषण निम्न तरीकों से भी कर सकते है।

1. वैज्ञानिक आधारों पर विश्लेषण।
2. योग्य हलचलों की विधियों का चुनाव।
3. नई तकनीकों का विकास
4. नई पद्धतियों का विकास
5. खेल के कौशल्यों का अनुसंधान।
9. स्पर्धा के लिए खिलाड़ियों को तैयार करते समय विश्लेषण।
7. खेलों में चोटों से सुरक्षा।
9. स्पर्धा के लिए खिलाड़ियों को तैयार करते समय विश्लेषण।
8. खिलाड़ियों के हित के लिए विश्लेषण।

मापन की इकाईयाँ

1. महत्व
2. मूलभूत एवं व्युत्पन्न
3. सदिश एवं आदेश राशियां
4. सदिश राशियों का योग एवं नियोजन

Scanned with CamScanner

इकाईयों का महत्व एवं विशेषताएँ

प्राचीन काल में जिस समय खेलों को स्पर्धा का स्वरूप दिया गया होगा। उसी काल से श्रेष्ठ प्रदर्शन/दक्षता को प्रमाणित करने के लिये इकाईयां/मानकों का उपयोग किया गया होगा। आरंभ में प्रयुक्त की गई इकाईयां अपरिष्कृत और अपूर्ण और मानवीय दोषों से परिपूर्ण रही होगी। परंतु विज्ञान के आविष्कारों और उनके नियम/ अनुसंधानों के दैनिक जीवन में अविकाधिक उपयोग किये जाने से खेलों में अधिक सक्षम्, त्रुटि विहीन और संटीक मात्राओं का उपयोग किया जाने लगा है जिसके द्वारा खिलाड़ियों के कौशल्य प्रदर्शनों को अधिक विश्वसनीय और श्रेष्ठता का सफल निष्पक्ष किया जाने लगा। मानकों एवं इकाईयों का उपयोग खेलों में विज्ञान के उपयोग का पहला उदाहरण/अवसर/अवस्था रही होगी बाद में खेलों में व्यावसायिकता, स्पॉन्सरशिप, राष्ट्रीयता आदि के प्रवेश से खेलों में अधिकाधिक विज्ञान समेत तकनीक अपनाने को प्रेरित किया। आजकल खेलों में भौतिकशास्त्र का उपयोग खेल गतिविधियों कौशल्य का समझने में अधिकाधिक किया जा रहा है।

वैसे "क्रीड़ा-जगत" ऐसा क्षेत्र है जिसमें विज्ञान की हर प्रमुख शाखा का कुछ न कुछ उपयोग अवश्य है। जैसे फिजिक्स और बायोलॉजी के मिले जुले स्वरूप से उत्पन्न जब भौतिकी शारीरिक गतिविधियों से सम्बन्धित एक अन्य विधि विषय काइनेसियोलॉजी की व्युत्पति भौतिक शास्त्र से ही हुई है। भौतिक शास्त्र विज्ञान की वह शाखा है जिसमें द्रव्य और ऊर्जा के परस्पर संबंध/आदान-प्रदन का अध्ययन किया जाता है। कार्य करने की क्षमता को ही ऊर्जा कहते है यह कार्य खेल कौशल्य का श्रेष्ठ प्रदर्शन क्यों न हो। खेल कौशल्य में जहाँ एक और शारीरिक क्षमता का समावेश होता है।

वहीं दूसरी और मानसिक दक्षता एवं मानसिक ऊर्जा का भी समावेश रहता है। शारीरिक प्रदर्शन की श्रेष्ठता का मापना भौतिक शास्त्र में प्रासंगिक इकाईयों द्वारा होता है। जब मानसिक तत्तपरता और शारीरिक दक्षता का समुचित सांमजस्य होता है तब एक खिलाड़ी द्वारा श्रेष्ठ प्रदर्शन बन पाता है।

Scanned with CamScanner

स्थान व अवकाश घेरने वाले पदार्थ को तो हम ज्ञानेंद्रियों द्वारा अनुभव कर उसका मापन कर लेते है परन्तु ऊर्जा के पक्ष का उचित मूल्यांकन नहीं कर पाते क्यों कि ऊर्जा में न तो भार होता है और न ही स्थान घेरती है और न ही इसे ज्ञानेंद्रियों द्वारा अनुभव कर सकते है। यद्यपि आइंस्टीन न द्रव्य और ऊर्जा के सम्बन्ध को आपने सापेक्षवाद के समीकरण द्वारा स्पष्ट करने का प्रयत्न किया उसके अनुसार $E = mc^2$ परन्तु यह बाहरी भौतिक द्रव्यों के ऊर्जा में रूपातर तक ही सीमित है शारीरिक ऊर्जा का कार्य में रूपांतरण का मापन कैसे किया जाये? यह अब तक पूर्ण रूपैण संभव नहीं हो पाया है। प्रत्यक्ष भौतिक राशियों के परिणात्मक ज्ञान के लिय भौतिक शास्त्र की इकाईयों का उपयोग किया जाता है।

1. इकाई जिसमें भौतिक राशि का परिमाण मापा गया है।

2. वह संख्या जा दर्शाती है कि मूल इकाई की पुर्नरावृत्ति कितनी बार हुई है। अर्थात् मापन के लिये सर्वप्रथम एक मापक की आवश्यकता होती है।

उदाहरण के लिये 1 किलोग्राम वह संख्या है जिसमें 1 ग्राम की पुनरावृत्ति 1000 बार होती है मात्रक जितना छोटा होता है संख्यात्मक मान उतना की बड़ा होता है। इसके अतिरिक्त किसी भौतिक राशि के लिये प्रयुक्त किये जाने वाली इकाई में निम्न विशेषतायें होनी चाहिए।

1. ईकाई के सम्पूर्ण परिपेक्ष्य को परिभाषित किया जा सकें।

2. मात्रक आकार या परास न अधिक बड़ी हो और न अधिक छोटी हो।

3. मात्रक के परिणाम पर समय परिस्थिति दाब और ताप का प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए।

4. मात्रक का रूपांतरण या अन्य पद्धति के मात्रकों से सरलता पूर्वक संबधित किया जा सकें।

Scanned with CamScanner

5. उसे आसानी से पुनरोत्पादित किया जा सके।

मूलभूत एवं व्युत्पन्न इकाईयां

तीन भौतिक राशियां जैसे 1. लम्बाई 2. द्रव्यमान 3. समय ऐसी भौतिक राशियां है जो पूर्णय एक दूसरे से मुक्त है। इसलिये इन्हें मूल मात्रक कहते है। इनके द्वारा हम अन्य भौतिक राशियों के मापन के लिये इकाई बना सकते है। अर्थात ऐसी इकाई/मात्रक जो किसी अन्य मात्रक पर निर्भर नहीं करता या जिसे अन्य भौतिक राशि की ईकाई में बदला या उससे संबधित नहीं किया जा सकता है उसे मूल मात्रक कहते है।

Scanned with CamScanner

3

मूलभूत संचलन की शब्दावली
(Terminology of Fundamental Movements)

प्राय: विभिन्न प्रकार के खेलों में जैसे-फुटबाल, हॉकी, बास्केटबॉल, क्रिकेट इत्यादी में हम धावकों, खिलाड़ियों तथा जिमनास्टक और उनसे सम्बंधित उपकरण जैसे बॉल को गतिशील अवस्था में देखते हैं। हम प्राय: अपने जीवन में इन गति के स्वरूपों को विभिन्न वस्तुओं और वाहनों गति को देखते हैं।

जब कोई भी वस्तु अपने आस-पास की अन्य वस्तुओं की तुलना में स्थिति बदलती है तो उसे 'गतिशील' ही कहा जाता है तथा जो कोई भी वस्तु अपने आस-पास की वस्तुओं के सापेक्ष में अपनी स्थिति नहीं बदलती उसे 'स्थिर अवस्था' कहा जाता है।

इस पृथ्वी पर कोई भी वस्तु न तो पूर्णत: स्थिर अवस्था में है और न तो पूर्णत: गतिशील अवस्था में है। उदाहरण के तौर पर यदि कोई बॉल मैदान में पड़ी है वह स्थिर अवस्था में नहीं है इसका तात्पर्य यह है कि वह पृथ्वी के साथ वह भी सूर्य के चारों ओर घूम रही है। इस प्रकार जब दो खिलाड़ी एक-सी चाल से एक ही दिशा में दौड़ रहे हो तो एक दूसरे के सापेक्ष में उनकी गति शून्य होगी क्योंकि उनका स्थानांतरण नहीं हो रहा है।

गति में विशिष्ट दिशा एवं उसके विस्थानार की विशेष चाल होती है। वह क्षैतिज, उर्ध्वाधर, कोणीय, वृत्ताकार और किसी अन्य प्रकार की हो सकती है। जैसे किसी धावक का संपूर्ण शरीर गतिशील में हो सकता है या उसका अंदर का भाग गतिशील हो सकता है।

यदि हमें निर्जीव वस्तुओं में गति उत्पन्न करनी हो तो उसमें गति को उत्पन्न करने के लिए उस पर असंतुलित बल प्रयुक्त करना आवश्यक होता है जिससे उसकी अवस्था को स्थिर से गतिशील अवस्था में परिवर्तित करने

Scanned with CamScanner

में सहायता मिलती है। जैसे कोई भी खिलाड़ी के शरीर में गति उत्पन्न करने के लिए आवश्यक बल, या मांसपेशी द्वारा उत्पन्न बल जरूरी है। जो कोई भी खेल उपकरण जैसे बल्ला द्वारा गेंद पर गतिशीलता में बदल देते हैं या उसकी गति की दिशा में बदल सकते हैं।

गति के प्रकार
(Types of Motions)

(1) गति के निम्नलिखित प्रकार होते हैं:

(1) स्थानांतरीय गति

इस प्रकार की गति में कोई भी वस्तु के लिए एक से अधिक संयुक्त बलों का प्रत्योरोपित होना आवश्यक है। इस प्रकार की गति को भी दो श्रेणियों में वृगीकृत किया गया है।

(क) रेखिक गति; (ख) वक्ररेखीय गति

(क) रेखिक गति

इस श्रेणी की गति में कोई भी वस्तु का प्रत्येक कण एक सरल रेखा में गति करता है। जैसे गेंद नीचे गिर रही है, रेल, सीधी सरल रेखा में चल रही हो। इसमें वस्तु के कणों का पथ परस्पर समांतर होता है। इसमें समान समय में समान विस्थापन होता है।

(ख) वक्ररेखीय गति

इस श्रेणी की गति में कोई भी वस्तु का प्रत्येक कण वक्र रेखा में गति करता है। वह 'वक्ररेखीय गति' कहलाता है। कुछ विशेषताएँ जैसें गेंद का अपनी धुरी पर घूमना, पृथ्वी का सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाना तथा पंखे का घूमना आदि इसमें नहीं पाई जाती।

(2) कंपन गति

जब कोई वस्तु बाहरी बल के प्रभाव से अपनी निश्चित मध्यमान स्थिति से दोनों और विस्थापना करती है।

Scanned with CamScanner

जैसे-गिटार या अन्य तार वाले वाद्य यंत्रों के तारों का कंपन चिमटे की भुजाओं में कंपन, Tuning Fork की भुजाओं में कंपन, सिलाई मशीन की सूई की गति, घड़ी के ढोलक की गति इस गति के अन्तर्गत आती है।

(3) पूर्णीय गति (Rotational Motion)

जब कोई वस्तु या उपकरण बाहर बल के प्रभाव से एक धुरी के चारों ओर घूमती है उसे 'पूर्णीय गति' कहते है। जैसे- Electric Fan का घूमना, पृथ्वी का अपने अक्ष पर घूमना आदि। इस गति में विस्थापना, वस्तु में उपस्थिति विभिन्न कणों का वेग, विस्थापन का परिणाम अलग-अलग होता है।

गति से सम्बंधित विभिन्न शब्दावली एवं उनकी परिभाषाएँ

(अ) चाल

किसी वस्तु द्वारा इकाई समय में तय की गई दूरी को 'चाल' कहते है। यह एक अदिश राशि है, इसमें दिशा का ज्ञान नहीं होता।

अर्थात्

$$\text{चाल} = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}}$$

$$\text{Speed} = \frac{\text{Distance}}{\text{Time}}$$

MKS पद्धति में चाल की इकाई (Unit) मीटर प्रति सेकेंड M/S) होती है। तथा C.G.S. पद्धति में सेंटीमीटर प्रति सेकेंड (CM/S) होती है।

इस तरह किसी धावक द्वारा तय की गई कुल दूरी और उसमें लगे कुल समय के अनुपात को धावक की 'चाल' कहा जाता है। इसको 'औसत चाल' (Average Speed) भी कहते है।

Scanned with CamScanner

$$\text{औसत चाल (Average Speed)} = \frac{\text{तय की गई कुल दूरी}}{\text{तय करने में लगा समय}}$$

जब कोई धावक प्रत्येक समान दूरी को तय करने के लिए समान समय लगाता है तो उसकी चाल को 'समचाल' (Uniform Speed) कहते है।

जब कोई धावक समान समय में असमान दूरी तय करता है तो उसकी चाल को 'विषमचाल' (Non-Uniform Speed) कहा जाता है।

किसी निर्धारित क्षण पर वस्तु की चाल को 'तात्कालिक चाल' (Instaneous Speed) कहते है। जैसे-साईकिल दौड़ में साईकिल में लगे स्पीडोमीटर (Speedometre) द्वारा ज्ञात होने वाली चाल

(ब) वेग (Velocity)

किसी वस्तु द्वारा एक विशिष्ट दिशा में विस्थापन की दर को उसका 'वेग' **(Velocity)** कहा जाता है।

$$\text{वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}}$$

यह एक अद्रिश राशि है। इसमें दिशा का ज्ञान होता है। चाल और वेग दोनों की इकाईयों समान है। इसकी भी इकाई MKS पद्धति के अनुसार M/s है। C.G.S. पद्धति के अनुसार Cms/s है।

जब कोई धावक दौड़ते समय सूक्ष्म और समान समय में, समान परिमाण में विस्थापन कर रहा हो तो उसका वेग सम वेग होगा।

सम वेग को Uniform Velocity कहा जाता है और उस धावक द्वारा समान समय में असमान दूरी तय की जाए तो उसका वेग विषम वेग कहलाता है। विषम वेग को (Non-Uniform Velocity) कहते हैं।

प्रस्तुत अध्याय के अन्तर्गत खेल में प्रशिक्षण अथवा प्रतियोगिता के दौरान प्रदर्शन करते समय खिलाड़ी के गति के विश्लेषण के संबंध में

Scanned with CamScanner

अध्ययन करेंगे। उदाहरणार्थ हम गति विश्लेषण को किस प्रकार कर सकते है और खेलों में इसका क्या आवश्यकता तथा महत्त्व है। गति विश्लेषण के कौन-कौन से कारक है उसकी साम्रगी अथवा साधन क्या है, जो गति विश्लेषण के दौरान उपयोग में लायी जाती है।

जहाँ तक शारीरिक शिक्षा एवं क्रीड़ा का सवाल है, में शारीरिक शिक्षक एवं प्रशिक्षक को खेलों अथवा प्रशिक्षण के दौरान गति विश्लेषण आवश्यक ही नहीं अपतु महत्वपूर्ण भी है। जब तक गति विश्लेषण का सही एवं सटीक ज्ञान प्रशिक्षक अथवा शारीरिक शिक्षक को नहीं होगा तब तक जहाँ एक ओर खिलाड़ी अपने वांछित लक्ष्यों तक नहीं पहुँच सकता। वहीं दूसरी वह खिलाड़ी उन कारणों का पता नहीं लगा सकते जो खिलाड़ी के शिखर प्रदर्शन अथवा उसके शिखर प्रदर्शन प्राप्त करने में व्यवधान डालते है। इसके अलावा जो भी महत्वपूर्ण कारक है, जिसका शिक्षक अथवा प्रशिक्षक को खेलों को वांछित लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए आवश्यक है, यह अधोलिखित है:

1. विभिन्न प्रकार के खेलों को सुरक्षित प्रकार से खेलने हेतु।
2. खेलों के विभिन्न कार्यक्रमों को सुरक्षित, आकर्षक एवं पूर्ण नियोजित प्रकार से सम्पादित करने में।
3. विभिन्न प्रकार के खेलों के विभिन्न प्रकार के कौशलों को गुणात्मक तथा संख्यात्मक विश्लेषण करने में।
4. खेलों के दौरान लगने वाले विभिन्न प्रकार के सामान्य एवं विशिष्ट चोट न लगने हेतु ज्ञान।
5. विभिन्न प्रकार के खेलों के कौशल के तकनीकी आधार को ज्ञात करने के लिए।
6. विभिन्न प्रकार के खेलों के नये-नये तकनीकों को विकसित करने के लिए।
7. पुराने कौशल का संख्यात्मक एवं गुणात्मक विश्लेषण करके उसमें

Scanned with CamScanner

व्याप्त कमियों को दूर कर उसे सही ढंग से प्रदर्शित करने के लिए।

8. विभिन्न प्रकार के खेलों के विभिन्न कौशलों का प्रर्यवेक्षण तथा निरीक्षण कर उसका मूल्यांकन करने में।
9. खेलों को विकसित करने के लिए उसे आकर्षक ढंग से प्रदर्शित करने के लिए, योजनाबद्ध ढंग से नियोजित करने के लिए, शिखर प्रदर्शन प्राप्त करने के लिए, अनुसंधान हेतु।
10. खेलों के उपकरण एवं इनफ्रास्ट्रेक्चर को विकसित करने के लिए।
11. उपकरणों का सुव्यवस्थित एवं उपयुक्त ढंग से प्रयोग अथवा उपयोग करने के लिए।
12. यह ज्ञात करने के लिए कि खेल उपकरण विशेष प्रकार के क्यों बने होते है, एवं उससे क्या लाभ एवं हानि है।

गति विश्लेषण के प्रकार

गति विश्लेषण के विभिन्न लक्ष्य तथा उद्देश्य होते है। लेकिन इसका सबसे प्रमुख उद्देश्य बिना किसी हानि के नियमों का पालन करते हुए विभिन्न प्रकार के कौशलों को खिलाड़ियों द्वारा सही ढंग से प्रदर्शित करने में होती है।

गति विश्लेषण के दो भागों में विभक्त किया जाता है।

1. जैव-यान्त्रिकी विश्लेषण
2. जैव-गतिकी विश्लेषण

जैव-यान्त्रिकी विश्लेषण के प्रकार

हम इसके अन्तर्गत खेल के प्रशिक्षण अथवा खेल के दौरान (खिलाड़ी द्वारा कौशल प्रदर्शित करते समय) यान्त्रिक विज्ञान का कौन सा नियम अविा सिद्धान्तों का उपयोग किया जाता है। उसका विश्लेषण किया जाता है, जैसे कौशल को प्रदर्शित करते समय किस प्रकार का उत्तोलक लग रहा

Scanned with CamScanner

है। न्यूटन के गति विषयक कौन सा नियम कार्य कर रहा है उसका केन्द्र कहाँ है, कौन सा संतुलन है तथा उसकी स्थिति क्या है, प्रक्षेपण घुमाव इत्यादि इस प्रकार के नियम अथवा सिद्धान्त जो खिलाड़ी के प्रदर्शन को प्रभावित करते है इसका किस प्रकार उपयोग किया जा सके। जिसके परिणामस्वरूप खिलाड़ी के प्रदर्शन का मूल्यांकन कर इसमें सुधार किया जा सके।

जैव-यान्त्रिकी विश्लेषण को हम निम्नलिखित तीन भागों में विभाजित कर सकते है:

(क) गुणात्मक विश्लेषण
(ख) संख्यात्मक विश्लेषण
(ग) जैव यान्त्रिक काल्पनिकता

(क) गुणात्मक विश्लेषण

जैव-यान्त्रिकी विश्लेषण के अन्तर्गत गुणात्मक विश्लेषण सबसे सरल तथा कम खर्चीला होता है और अन्य विश्लेषण की तुलना में यह कम विश्वसनीय होता है। इस विश्लेषण के निमित हम आँखों अथवा कैमरे से लिये फोटो के आधार पर खिलाड़ी के प्रदर्शन का मूल्यांकन कर उसको त्रुटियों को ज्ञात कर सकते है। इसकी सबसे बड़ी विशेषता यह है कि यह कम समय में होता है ठीक इसी प्रकार हम वीडियो से चित्र उतार कर भी खिलाड़ी के प्रदर्शन का मूल्यांकन कर उसमें व्याप्त कमियाँ निकाल कर उसका विश्लेषण कर सकते है, लेकिन इस प्रकार का विश्लेषण अधिक समय लेने वाला होता है तभी इसमें खर्च भी काफी होता है। इसका उपयोग उच्च प्रदर्शन वाले खिलाड़ी के लिये किया जाता है जिसमें विजय-पराजय का फैसला कम अन्तर से होता है।

वर्तमान में गुणात्मक विश्लेषण शारीरिक शिक्षण तथा प्रशिक्षण के लिये काफी प्रचलित है तथा शारीरिक शिक्षक तथा प्रशिक्षक इसका उपयोग अधिकाधिक रूप से करते है यह उनके लिये काफी आसान होता है तथा वह खिलाड़ियों को भी इस प्रकार के विश्लेषण कर इसके अवगत करा

Scanned with CamScanner

सकते है।

(ख) संख्यात्मक विश्लेषण

संख्यात्मक विश्लेषण काफी विश्वसनीय तथा प्रमाणिक है चूँकि वर्तमान समय को विज्ञान का युग कहा जाता है और इस विज्ञान का अनमोल देन संगणक है। इस प्रकार के विश्लेषण के लिये संगणक की आवश्यकता होती है। संख्यात्मक विश्लेषण के अन्तर्गत खिलाड़ी के द्वारा जो भी प्रदर्शन हो उसको हम 'इकाई' में प्राप्त कर लेते है? इसका माप में प्राप्त करने के लिये काइनोग्राम, तेज गति कैमरा गति विश्लेषक संगणक इत्यादि का उपयोग करते है। यह एक सेकेंड में सैकड़ों चित्र प्राप्त कर लेता है। यंत्रों के द्वारा जो भी माप प्राप्त होता है उसके आधार पर हम मूल्यांकन कर उसमें से त्रुटियाँ का ज्ञात कर लेते है। इसके उपरान्त हम विश्लेषण कर उसके कमियों को सुधार करने का प्रयास करते है या फिर ऐसा भी हो सकता है कि हम अच्छे प्रदर्शन के खिलाड़ी का मूल्यांकन इसी प्रकार से करते है और उससे यह ज्ञात करते है कि उसका प्रदर्शन किस वजह से अच्छा होता है। अंतत: इस प्रकार के विश्लेषण में उपकरणों की सहायता से खिलाड़ी की प्रदर्शन की माप इकाई में प्राप्त करने के पश्चात संगणक की सहायता से खिलाड़ी के प्रदर्शन के संबंध में संख्यात्मक रूप से ज्ञान प्राप्त कर सकते है।

(ग) जैव यान्त्रिक काल्पनिकता

जैव-यान्त्रिकी विश्लेषण के अन्तर्गत यह विश्लेषण करने का कोई ढंग नहीं है फिर भी हम इसमें इसे सम्मिलित कर लेते है। इसकी सहायता से शिक्षक अथवा प्रशिक्षक अपने चिंतन के आधार पर ही खेलों में जो नियम बनाये जाते हैं उनका सही प्रकार से उपयोग में लाते हैं। जिससे खेलों के कौशलों में बदलाव लाया जा सके अथवा नये कौशलों का विकास किया जा सके। इस प्रकार के विश्लेषण का मुख्य उद्देश्य जैव-यान्त्रिकी के नियम तथा सिद्धान्तों की सहायता से प्रशिक्षक अथवा शारीरिक शिक्षक खेल के कौशलों में बदलाव या नया कौशल प्रतिपादित कर उनके प्रदर्शन के स्तर को ऊँचा उठाना उद्देश्य होता है। विगत कुछ वर्ष पहले जैव-यान्त्रिक

Scanned with CamScanner

के सिद्धान्त को ध्यान में रखकर पोल वॉल्ट (बांस-कूद) में फाइबर ग्लास के पोल का प्रयोग आरंभ हुआ था। इस प्रकार के विश्लेषण की सहायता से खिलाड़ियों के द्वारा प्रयुक्त उपकरणों में भी परिवर्तन ला कर, उसके प्रदर्शन को उच्च श्रेणी का बना सकते है।

2. जैव-गतिकी विश्लेषण

जैव-गतिकी विज्ञान मानव के गतियों का सुव्यवस्थित ढंग से अध्ययन करता है। और इस प्रकार के विश्लेषण के लिये आवश्यक है कि विभिन्न प्रकार के जीव मांसपेशी, हड्डी, उत्तोलक, तल, अक्ष इत्यादि का स्पष्ट ज्ञान हो। खिलाड़ियों द्वारा जब प्रशिक्षण अथवा प्रतियोगिता के दौरान जब कोई गतिविधि की जाती है तो उस गतिविधि के दौरान कौनसी मांसपेशी कार्य कर रहा है। इसके दौरान कौन-कौन से ज्वाइंटस कार्य कर रहे है, उत्तोलक किस प्रकार का है। हड्डियाँ किस प्रकार कार्य कर रही है इसका विश्लेषण करते है तथा इस प्रकार के विश्लेषण में क्रम के साथ-साथ उसकी गति में भाग लेने की सीमा तथा स्थिति का भी अध्ययन करते है लेकिन यह एक सर्वसामान्य तथ्य है कि इस प्रकार के विश्लेषण के लिये हमें शरीर रचना विज्ञान (एनाटोमी) तथा जैव-गतिकी विज्ञान का पूर्ण एवं स्पष्ट ज्ञान हो तभी इस विश्लेषण की सार्थकता सिद्ध हो सकती है और विश्लेषण प्रभावशाली ढंग से हो पायेगा।

इसके विश्लेषण से हमें मांसपेशियों के योगदान के बारे में ज्ञान हो जायेगा तब हम कमजोर मांसपेशियों को ट्रेनिंग के माध्यम से शक्तिशाली बना सकते है जिससे खिलाड़ी अपने कौशल को ठीक ढंग से प्रदर्शित कर सकने में सक्षम हो जायेगा। जैसा कि हम जानते है कि जिमनास्टिक तथा तैराकी में लचीलेपन की अत्यंत ही आवश्यकता होती है और इस प्रकार के खेल में खिलाड़ी में लोचकता की कमी उससे खराब प्रदर्शन कराता है। इसके अलावा खिलाड़ी में चोट लगने की संभावनाऐं प्रबल होती है। लेकिन हम जब गतिकी विश्लेषण की सहायता से ऐसे मांसपेशियों का पता लगा सकते है तथा इसके उपरान्त हम ट्रेनिंग के विभिन्न घटकों के सहायता से उसे लचीला बना सकते है।

Scanned with CamScanner

जैव-गतिकी विज्ञान के आधार पर हम कौशलों को निम्नलिखित भागों में विभक्त कर सकते है:

1. शरीर की स्थिर अवस्था
2. मौलिक कौशल
3. मौलिक दक्षता के करने वाले कौशल
4. विशिष्ट कौशल

जैव-गतिकी विज्ञान के विश्लेषण के लिये कौशल की प्रथम, द्वितीय तथा तृतीय चरण में वर्गीकृत करते है।

जो निम्न लिखित है:

(1) प्रथम चरण

प्रथम चरण में हम यह निर्धारित करते है कि कौशल की प्रकृति क्या है वह साधारण कौशल है अथवा विशिष्ट। इसका निर्धारण कर लेने के पश्चात् कौशल को किस प्रकार प्रदर्शित किया जाता है उसका व्याख्या लिखा जाता है लेकिन इस प्रकार में कौशल की सभी प्रमुख बातों का ही व्याख्या किया जाता है।

(2) द्वितीय चरण

जैव-गतिकी विश्लेषण का यह चरण को काफी महत्वपूर्ण होता है क्योंकि सभी मुख्य बातें इसमें निहित रहती है। इस चरण के लिये शरीर क्रिया विज्ञान तथा जैव-गतिकी विज्ञान का ज्ञान होना आवश्यक है। क्योंकि इस चरण में कौशल प्रदर्शित करते समय कौन-कौन सी अस्थि कौन-कौन से जोड़ उत्तोलक इत्यादि प्रयोग में लाए जाती है तथा किस क्रमबद्धता से भाग ले रहा है इसका व्याख्या होती है। इस चरण को हम तीन भागों में वर्गीकृत कर सकते है:

(क) प्रारम्भिक अवस्था
(ख) मुख्य अवस्था
(ग) गति अनुसरण

लेकिन कभी-कभी द्वितीय चरण को हम दो भागों में ही विभाजित

Scanned with CamScanner

करते है क्योंकि ऊपर दिये गये गति अनुसरण की आवश्यकता नहीं होती है। उदाहरणार्थ क्रिकेट में फारवर्ड फिकेंस इस गति अनुसरण की आवश्यकता नहीं होती है क्योंकि यह रक्षात्मक कौशल है ठीक इसी प्रकार हॉकी के गेंद को रोकते समय।

(क) कौशल की प्रारम्भिक अवस्था

जब भी कोई किसी ट्रेनिंग अथवा खेल प्रतियोगिता के दौरान किसी कौशल के प्रदर्शित करता है तब इस स्थिति में वह एक आरम्भिक प्राप्त करता है। और यह वही अवस्था है जिसमें खिलाड़ी अपने गति को प्रारम्भ करता है। उदाहरणार्थ जब लॉन टेनिस का खिलाड़ी सर्विस करने के लिये तैयार होता है अथवा वॉलीबाल के खिलाड़ी सर्विस के लिये तैयार होता है तो खिलाड़ी की कौशल के आरंभिक अवस्था कहलाती है। इस अवस्था के दौरान किस श्रेणी का उत्तोलक, अस्थि, जोड़ ने भाग लिया तथा उसकी स्थिति क्या है? इसका व्याख्या अथवा वर्णन किया जाता है। इस अवस्था को तैयारी की अवस्था भी कहा जाता है।

(ख) मुख्य अवस्था

यह किसी भी कौशल का मुख्य भाग होता है तथा प्रारंभिक अवस्था के बाद की अवस्था होती है। इस अवस्था में कौशल की सूक्ष्म से सूक्ष्म बातों का विश्लेषण किया जाता है। खिलाड़ी इसी अवस्था में कौशल को पूर्ण रूप से प्रदर्शित करता है। खिलाड़ी प्रारंभिक अवस्था प्राप्त करने के बाद कौशल को प्रदर्शित करता है। उदाहरणार्थ टेनिस खेल के खिलाड़ी सर्वप्रथम सर्विस के लिये खड़ा होता है यह उसकी प्रारंभिक अवस्था कही जायेगी। लेकिन खिलाड़ी जैसे ही रैकेट से बॉल को मारता है यह उसकी मुख्य अवस्था कहलायेगी। मुख्य अवस्था को प्रदर्शित करते समय खिलाड़ी द्वारा किस प्रकार की अस्थि अथवा कौन सा अस्थि ने कार्य किया है, कौन-कौन से जोड़ कौशल करते समय प्रयुक्त हुए है इसका विश्लेषण होता है।

Scanned with CamScanner

(ग) गति अनुसरण

यह किसी भी कौशल की अंतिम अवस्था है यह तैयारी की अवस्था तथा मुख्य अवस्था के बाद की अवस्था है। गति अनुसरण का एक प्रमुख उद्देश्य यह है कि कौशल करने के बाद शरीर को पूर्ण स्थायित्व प्राप्त हो और उसका संतुलन बना रहे।

खिलाड़ी कौशल के मुख्य भाग करने के पश्चात् उसी दिशा में गति करता है जिसमें कि उसने किसी वस्तु का उपकरण के द्वारा गति प्रदान किया है गति अनुसरण के परिणामस्वरूप खिलाड़ियों को चोट लगने की सम्भावना कम हो जाती है। इस अवस्था के दौरान खिलाड़ी के कौन-कौन से अस्थि, जोड, उत्तोलक इत्यादि प्रयुक्त है इसका विश्लेषण करते हैं।

लेकिन कुछ कौशल ऐसे भी है जिसमें गति अनुसरण की आवश्यकता नहीं पड़ती है अर्थात तृतीय अवस्था की आवश्यकता नहीं होती है। जैसे क्रिकेट में हम फारवर्ड डिफेएन्स में गति अनुसरण की आवश्यकता नहीं होती है। क्योंकि यह एक रक्षात्मक कौशल है और इस कौशल की दूसरी अवस्था के बाद ही खिलाड़ी को स्थायित्व प्राप्त हो जाता है।

3. अन्तिम चरण

इस अन्तिम चरण के अन्तर्गत खिलाड़ी के कौशल में प्रयुक्त होने वाले मांसपेशियों का विवरण अर्थात् विश्लेषण किया जाता है यह पर एक महत्वपूर्ण बात यह है कि मनुष्य के शरीर में लगभग 600 मांसपेशियाँ होती हैं। इस कारण कौशल में प्रयुक्त होने वाली सभी मांसपेशियों का विश्लेषण असंभव एवं अनुचित होता है, लेकिन उन मांसपेशियों का विश्लेषण अवश्य ही किया जाता है जो प्रमुख रूप से कौशल में प्रदर्शित करने में प्रयोग हुए है। जैसे दौड़ते समय की मांसपेशी, फेंकते समय पैक्येरियल मांसपेशी इत्यादि।

गति विश्लेषण की तकनीक

जैव-यान्त्रिकी विज्ञान के अन्तर्गत गति-विश्लेषण काफी महत्वपूर्ण

Scanned with CamScanner

पहलू है क्योंकि खिलाड़ी जब किसी कौशल को प्रदर्शित करता है तब उसके स्थिति में निरन्तर परिवर्तन होते रहते हैं और उस स्थिति में उसका शरीर गतिमान रहता है लेकिन कभी-कभी ऐसा नहीं होता है। इसमें मुख्य रूप से तीन परिवर्तन होते है, तो स्थान, समय तथा प्रक्षेपित दिशा है। कुछ तकनीक ऐसे है, जिसके। सहायता से हम गति या त्वरण में परिवर्तन को भांपकर ज्ञात कर सकते है।

इसकी निम्नलिखित तकनीक है:

1. चल-चित्र भापी

यह गति-विश्लेषण के लिये काफी प्रचलित तकनीक है। चल चिल भापी जैसा की नाम से ही स्पष्ट हो जाता है कि इस तकनीक में कैमरे की सहायता से गतिमान के चित्र लिये जाते हैं, चित्र लेने के पश्चात् खिलाड़ी की गति का विश्लेषण किया जाता है। इस तकनीक में गति के विश्लेषण के लिये जो चित्र खींचे जाते है, वह एक तीव्र द्रुतगामी कैमरे के द्वारा प्राप्त किये जाते है। इस कैमरे की सहायता इसलिये लिया जाता है कि खिलाड़ी द्वारा तेजी से गति किया जाता है और इसी तेजी से प्रदर्शित कि गई गति को आँखों के द्वारा देख पाना संभव नहीं होता है। लेकिन इस तकनीक की सहायता से खिलाड़ी के गति का सूक्ष्म से सूक्ष्म गतियों का चित्र खींचा जाता है। इस तकनीक की सबसे बड़ी विशेषता यह है कि यह एक सेकेण्ड में हजारों चित्र खींच सकता है। चित्र प्राप्ति के उपरान्त हम खिलाड़ी के शरीर के भगों की गति, कोण, प्रसार, त्वरण वेग इत्यादि का विश्लेषण कर सकते है। इसकी दूसरी सबसे बड़ी विशेषता यह होती है कि प्राप्त चित्रों का विश्लेषण तेजी से तथा एक-एक कर भी किया जा सकता है। इसके द्वारा प्राप्त चित्रों को आलेख के रूप में भी प्रदर्शित किया जा सकता है। इसकी सहायता से हम दो खिलाड़ियों अथवा दो टीमों के मध्य तुलनात्मक अध्ययन भी कर सकते है। इसके आधार पर हम यह ज्ञात कर सकते है कि किस कारण खिलाड़ी अथवा टीम का प्रदर्शन दूसरे टीम से बेहतर अथवा बदतर है अर्थात हम वह तथ्य ढूँढ़ सकते है जिससे हमें इसका कारण पता चल जाये।

Scanned with CamScanner

2. इलेक्ट्रोमायोग्राफी

जैव-यान्त्रिक में इलैक्ट्रोमायोग्राफर उपकरण का उपयोग शारीरिक गतिविधियों के दौरान मांसेपेशी में उत्पन्न होने वाले विद्युत का मापन करने में होता है। जब शारीरिक गतिविधि करते है। तब उस स्थिति में मांसपेशी में गति होती है जिसके परिणामस्वरूप मांसपेशियों में विद्युत उत्पन्न होती है। फलस्वरूप गति की समर्थता है प्रदर्शित होती है।

जब किसी मांसपेशी अथवा उसके समूह की गति के दौरान विद्युत का मापन करना हो तब उसके ऊपर उपकरण के विद्युत तार का आखिरी हिस्से का संबंध कर लिया जाता है। जब गतिविधियों के दौरान मांसपेशी गतिशील होती है तब उस दौरान मांसपेशियों में विद्युत उत्पन्न होती है और इलेक्ट्रोमायोग्राफी द्वारा उत्पन्न विद्युत को रिकार्ड कर लिया जाता है। ग्राफ के माध्यम से मांसपेशियों या उसके समूह द्वारा क्या-क्या कार्य किये जाते है उसकी जानकारी प्राप्त कर ली जाती है। गति विश्लेषण के इस तकनीक में निम्न लिखित सूचना प्राप्त कर सकते है:

(क) खिलाड़ी अथवा मनुष्य द्वारा जो शारीरिक गतिविधि की जाती है जिससे मांसपेशियाँ गति करने लगती है इसमें एक अथवा एक से अधिक मांसपेशियों की गति के समय, तथा उसकी क्रिया कलापों का अध्ययन किया जाता है।

(ख) मांसपेशियों के द्वारा उत्पन्न विद्युत को विभिन्न समयों में विभक्त कर रिकार्ड करने की क्षमा इसमें होती है।

(ग) इस उपकरण का विद्युत कोणीय मापक (गोनियों मीष्ट) के साथ सम्मिलित कर इसका उपयोग शरीर के विभिन्न प्रकार के जोड़ के गति के विषय में अध्ययन किया जाता है।

(घ) मांसपेशियों के गति के दौरान मानव शरीर के मस्तिष्क की तरंगों में परिवर्तन होता है। इसलिए उसका उपयोग मस्तिष्क पर पड़ने वाले प्रभाव पर भी किया जाता है।

Scanned with CamScanner

3. संगणक

वर्तमान में जैव-यान्त्रिकी में सर्वाधिक महत्वपूर्ण तथा अत्याधिक उत्पन्न होते वाला तकनीक संगणक होती है जैसे कि हम यह पहले भी चर्चा कर चुके है कि विज्ञान का अनमोल देन संगणक है। इसकी सहायता से संमकों को संग्रह कर एक सैम्पल तैयार किया जाता है। इस सैम्पल में आवश्यक बदलाव कर फिर संगणक की सहायता से खिलाड़ी के प्रदर्शन पर क्या प्रभाव पड़ता हैं इसका तुलनात्मक अध्ययन किया जाता है। जैसे कि किसी कौशल के प्रारंभिक अवस्था में परिवर्तन लाने के बाद खिलाड़ी की गति तथा प्रदर्शन पर क्या प्रभाव पड़ता है। इस प्रकार Javelin में एक विशेष अंश के कोणका चुनाव करने पर Javelin अधिक दूर तक क्या फेंका जाता है, वायु प्रतिरोधक बल उसकी गति तथा फेंकने की कोण किस प्रकार प्रभावित करता है। इसका जैव-यांत्रिकी में और भी कई उपयोग होता है।

4. लेप-टोप

यह काफी सरल तथा आसान होता है। इसका कार्य भी संगणक की तरह होता है। लेकिन यह से छोटा होता है और इसे कही भी आसानी से ले जाया जा सकता है। उसकी सहायता से भी उसी प्रकार विश्लेषण किया जाता है जिस प्रकार से संगणक में।

5. विद्युत कोणे मापक (इलैक्ट्रोगोनियो मीटर)

इसका उपयोग मांसपेशियों द्वारा उत्पन्न विद्युत शरीर के गतिमान होने के समय उसके जोड़ों का कोण ज्ञात करने के लिये किया जाता है। इसकी सहायता से जोड़ों पर कितना विद्युत उत्पन्न हो रहा है, इसके परिणामस्वरूप जोड़ों पर क्या प्रभाव पड़ रहा है, उसकी क्रिया किस प्रकार से हो रहा है तथा गति की अवस्था क्या है इसका भी विश्लेषण किया जा सकता है। इस उपकरण का प्रयोग दूसरे उपकरण अथवा तकनीक के साथ सम्मिलित कर इसका विस्तृत रूप से प्रयोग कर सकते है। उदाहरणार्थ जब कोई क्रिकेट खिलाड़ी तेज गेंदबाजी करता है तथा गेंद को फेंकता है तब हम उसके गति

Scanned with CamScanner

का विश्लेषण कर उसके कंधों की जोड़, एल्बो तथा रिस्ट की जोड़ की क्या क्रिया हो रही है, हाथ तथा पैरों का संकुचन तथा प्रकुंचन परास, कोणीय गति, गुरुत्व केन्द्र की स्थिति, वेग, त्वरण की जानकारी प्राप्त कर सकते है। इसका उपयोग अधिकतर लचीलेपन से संबंधित खेल में होता है तथा इस तरह के खेल के लिये यह ज्यादा उपयोगी है। अब इसके विश्लेषण के लिये संगणक की भी सहायता ली जाती है।

5. प्रकाश पथ फोटोग्राफी

प्रकाश पथ फोटोग्राफी के माध्यम से खिलाड़ी की पूर्ण शरीर अथवा शरीर के विभिन्न भागों का अध्ययन के लिये प्रयुक्त होती है। इसका उपयोग करते समय शरीर के जिस भाग को गति का अध्ययन करना। उस पर छोटे-छोटे प्रकार के बल्ब खिलाड़ी के कपड़ों में लगा दिए जाती है। बल्बों की सहायता से उसकी गति का चित्र एक स्थिर कैमरे के एक निश्चित समय का चयन कर चित्र खींच ली जाती है इसके बाद खिलाड़ी के गति का प्रतिबिम्ब (नैगौरव) फोटो ग्राफ प्राप्त कर लिये जाते है। इस तकनीक में छोटे बल्ब के वनिस्पत उत्तल दर्पण के गोलाकार छोटा-छोटा का प्रयोग बेहतर तथा विश्वसनीय समझा जाता है। इसमें खेल गतिविधियों के दौरान खिलाड़ी के ऊपर सर्चलाईट का तेज प्रकाश डाला जाता है परन्तु अभी-अभी ऐसा देखा गया है कि उत्तल दर्पण के स्थान पर धातु का एक गोलाकार पत्तर जो प्रकाश का परावर्तन करते है उनका प्रयोग अधिकाधिक होता है। प्रकाश पथ फोटोग्राफी में कैमरे के सामने एक झिरीवाली तस्तरी निश्चित चाल से घूमते रहती है जिसके वहज से फोटो प्राप्त करते समय उसमें एक बिन्दुमय पथ प्राप्त होता है इसलिये इसे प्रकाश पथ फोटोग्राफी कहा जाता है।

7. काल चक्र फोटोग्राफी

इस तकनीक के अन्तर्गत काइनेग्राम की सहायता से चित्र एक-के-बाद एक उतारते है। इसके उपरान्त उसे एक सुदृयवस्थित क्रम में समायोजित कर लेते है। एक सम्पूर्ण चलचित्र का स्वरूप बना देते है। सबसे बड़ी कमी यह है कि चित्र खींचते समय, उनको ठीक तरह से सुव्यवस्थित करते समय

Scanned with CamScanner

उसमें कुछ कमी रह जाती है जिसके परिणाम स्वरूप गतिविधियों के समय खिलाड़ियों का सही गति ज्ञात नहीं है। एक अन्य कारण यह है कि चित्रों को सुव्यवस्थित क्रम में समय अधिक लग जाता है जिसके फलस्वरूप हम तुरन्त सही जानकारी प्राप्त नहीं कर सकते है। उपरोक्त दोनों त्रुटियों के ऊपर कालक्रम फोटोग्राफी का उपयोग कर सफलता प्राप्त की जा सकती है। लेकिन इस प्रकार की फोटोग्राफी में भी कई प्रकार के कठिनाईयों का सामना करना पड़ सकता है जैसे वस्तु अथवा खिलाड़ी के पीछे का काला होना। दूसरा खिलाड़ी का स्थान परिवर्तन होना चाहिये यदि खिलाड़ी अपने गतिविधियों के दौरान स्थान परिवर्तन नहीं करता तब इस स्थिति में इस का उपयोग नहीं किया जा सकता है।

कालक्रम फोटोग्राफी इस सिद्धान्त पर कार्य करता है कि किसी भी खिलाड़ी की गति एक निश्चित समयान्तराल पर दोहराई जाये, इस प्रकार की फोटोग्राफी साधारण कैमरों से ली जा सकती है। इस विधि में जब खिलाड़ियों की गतिविधियों के गति का अध्ययन किया जाता है तब उसके सामने कैमरे का लेन्स का शटर खोलकर घूमती हुयी तस्तरी की जो कृतखण्ड को कटा हुआ भाग होता है, उसमें से छापा चित्र खींचे जाते है। इसका एक निश्चित समय के उपरान्त खिलाड़ी द्वारा कि गयी गतिविधियों की गति की चित्र उद्‌भाषित कर तथा उनमें फोटो ग्राफी करते समय कालक्रम फोटोग्राफी में कैमरे के लेन्स की विभिन्न प्रकार भिन्न-भिन्न परिस्थितियों का सामना करना होता है इनमें एक ही प्रकाश की तीव्रता, प्रकाश की तीव्रता के संदर्भ में एक तथ्य यह है कि खिलाड़ियों के गतिविधियों के दौरान खिलाड़ी की आगे तथा पीछे की प्रकाश तीव्रता यदि समान हो जाये तब चित्र खींचना अथवा उतारना असंभव है। लेकिन इस प्रकार की त्रुटियों को हटाने के लिये खिलाड़ी को काले रंग के कपड़े पहनाकर उसके जोड़ो तथा अक्षों को श्वेत रंग के गोलाकार चिन्हों से निशान बना देते है। जिसके परिणामस्वरूप खिलाड़ियों खिलाड़ियों के गतिविधियों के दौरान खिलाड़ी के आगे पीछे की प्रकाश की तीव्रता समान नहीं होती है।

Scanned with CamScanner

4

पारिभाषिक शब्दों की बुनियादी संकल्पना–धुरी (अक्ष) एवं तल, गुरूत्वाकर्षण का केन्द्र, तथा संतुलन (Fundamental Concepts of Terms– Axes and Planes, Centre of Gravity, and Equilibrium)

उत्तोलक एक साधारण यंत्र है। लेकिन खेल के दृष्टिकोण से यह हिलने-डुलने के लिये मानवीय उपकरण है। जिसकी मावन शरीर के कंकाल तथा मांसपेशी तंत्र से तुलना की जा सकती है। जिसमें मानव शरीर द्वारा विभिनन खेल क्रियाओं के कौशल को सफलतापूर्वक सम्पादित किया जाता है और इसके लिए आवश्यक बल मांसपेशियों द्वारा प्रदान किया जाता है। हड्डियों के लिए उत्तोलक गतिहीन वस्तु है जब तक पेशियों का बल न लगे तथा पेशियों के बल लगाने की प्रेरणा तंत्रिका तंत्र से प्राप्त होती है। वहीं दूसरी और खेल के जैव-यांत्रिकी पहलुओं को स्पष्ट समझने के लिए यह आवश्यक है कि धुरी एवं तल की अवधारणा को स्पष्ट रूप से समझे।

धुरी (अक्ष) एवं तल (Axes and Planes)

Plane को हिन्दी में तल कहते है तल वह सतह होता है जिस में शरीर का अंग गति करता है तल अक्ष के लम्बवत होता है दूसरे शब्दों में कहा जा सकता है कि तल वह क्षेत्र होता है जिसको हमारे शरीर का अंग गति करते हुए घेरता है। और अन्य शब्दों में भी कह सकते है कि शरीर के Fundamental Movements जिस क्षेत्र में होते है उसे तल Plane कहते है।

Scanned with CamScanner

अक्ष या धूरी (Axes) एक ऐसी रेखा होती है जिसके चारों तरफ गति होती है।

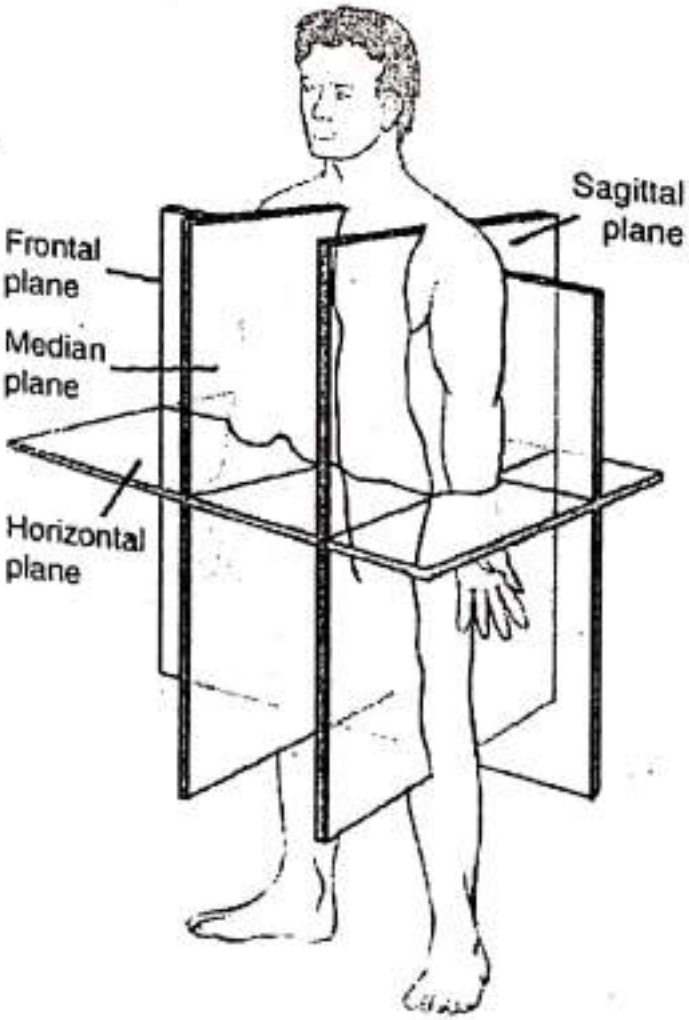
मानव शरीर में मुख्य रूप से तीन अक्ष तथा तीन तल होते है तीनों अक्ष और तल एक दूसरे के लम्बवत् या 90^0 कोण में रहते है।

अक्ष व तल का उपयोग शरीर की गति तथा दिशा के विश्लेषण करने में होता है। शरीर के अक्ष व तल को समझने के लिये शरीर को Anatomical Position खड़ा करना होता है।

तल के प्रकार (Types of Plane)

तीन प्रकार के तल (Plane) होते है जो निम्नलिखित है :-

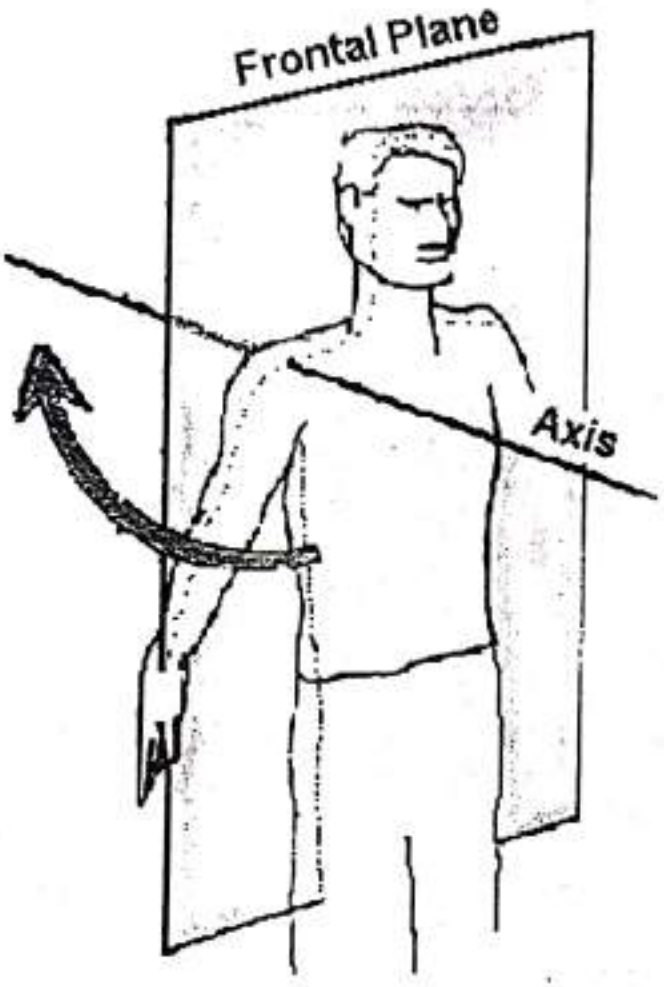
(i) Saggital Plane (Lateral): यह तल शरीर को दायें व बायें दो भागों में बाटंता है यह एक Vertical Plane है।



Scanned with CamScanner

(ii) Frontal Plane (Anterior or Posterior Plane)

यह भी एक Vertical Plane होता है जो शरीर को आगे व पीछे दो हिस्सों में बांटता है।

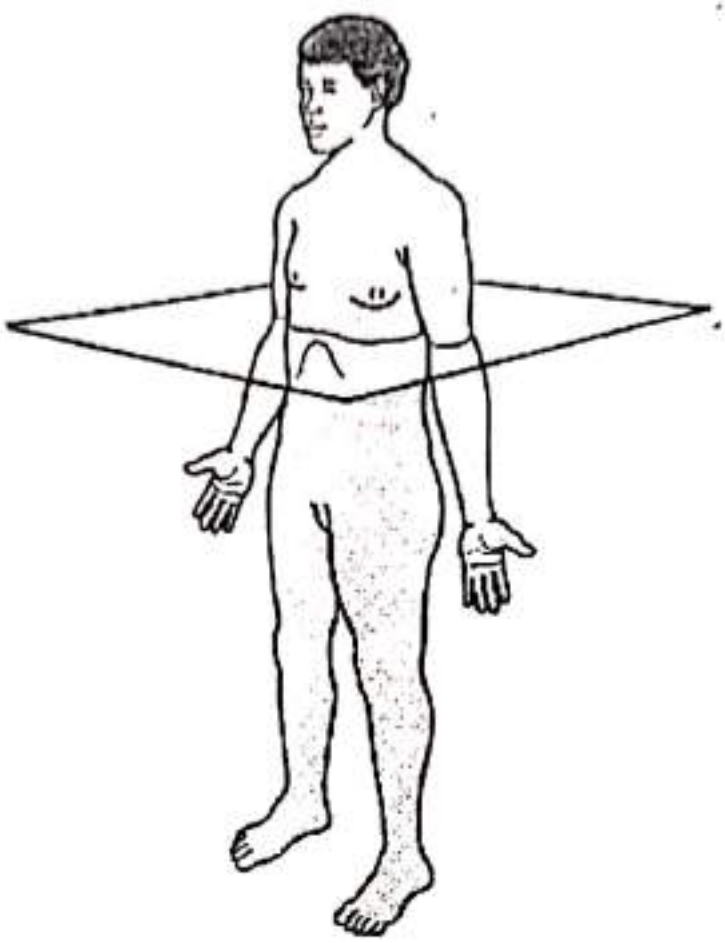


(iii) Horizontal Plane (Transverse Plane) :-

यह एक Horizontal Plane होता है जो शरीर को ऊपर व नीचे दो हिस्सों में बाटंता है।

नोट: जिस बिन्दु पर तीनों तल (Plane) मिलते हैं वह शरीर का केन्द्रीय गुरूत्वाकर्षण बिन्दु (C.G. Point) होता है जिसे हम Cardinal Point कहते हैं।

Scanned with CamScanner



अक्ष या धुरी (AXES)

शरीर का अंग जिस सम्भावित रेखा के चारों तरफ गति करता है उसे हम अक्ष या धूरी (Axes) कहते है जिस अक्ष में एक Fixed Point होता है उसे हम शरीर के Lever का Fulcrum कहते है।

जैसे : टखने का जोड़ (Ankle Joint) द्वारा एक Axis में गति होती है। जिसे हम Uniaxial कहते हैं।

- कलाई का जोड़ दो Axes में गति करता है जिसे हम Biaxial कहते हैं।

- Hip Joint या Shoulder Joint तीन Axes में गति करता है जिसे हम Multiaxial कहते हैं।

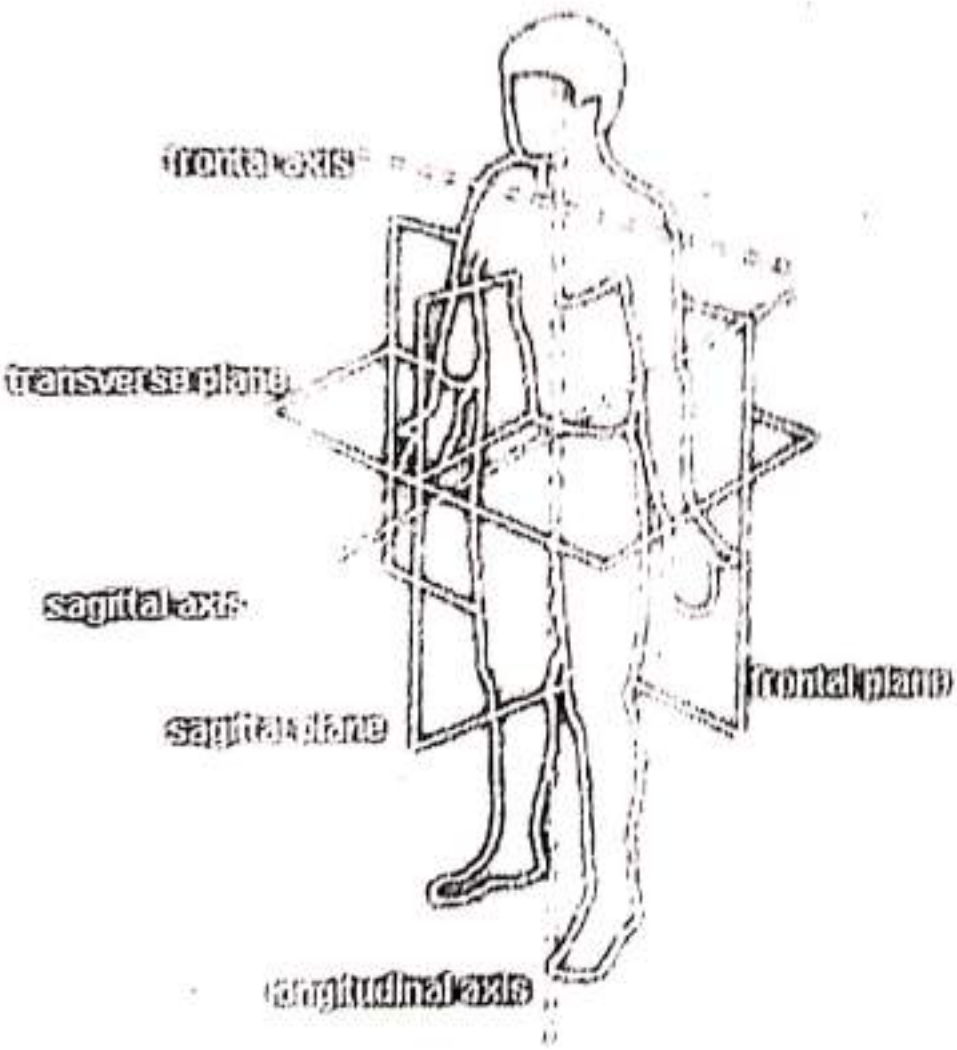
तीनों अक्ष (Axes) के प्रकार निम्नलिखित है जिसमें उपरोक्त उदाहरण वाले अंग गति करते है।

Scanned with CamScanner

अक्ष या धुरी के प्रकार (Types of Axes)

(i) Frontal Axis (Transverse Axis) -

यह Axis Saggital Plane के लम्बवत (Perpendicular) होता है।



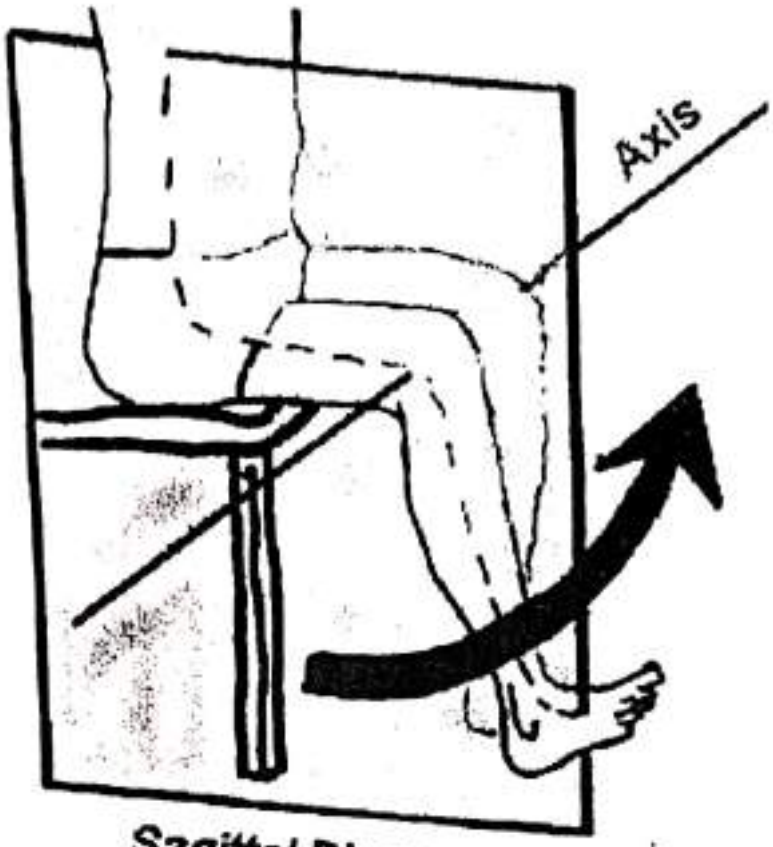
(ii) Saggital Axis (Anterior & Posterior Axis)

यह Axis Frontal Plane के लम्बवत (Perpendicular) होता है।

(iii) Vertical Axis - यह Axis Horizontal Plane के लम्बवत होता है।

Note: सभी Flexion तथा Extension Movement Frontal Axes में होते है।

Scanned with CamScanner



- सभी Side Bending कमर के तथा सिर की Abduction तथा Adduction Saggital Axes में होते है।

गुरूत्वाकर्षण का केन्द्र
(Centre of Gravity)

गुरूत्वाकेन्द्र वह बिन्दु है जिस पर वस्तु भार या वजन एक जगह पर केन्द्रित होते हैं अर्थात् यह बिन्दु जहां वस्तु का समस्त भार कार्य करता है तथा वस्तु उस बिन्दु के चारों तरफ घूमने के लिए मुक्त होती है चाहे वस्तु को जिस स्थिति में रखा जाये। उपरोक्त परिभाषा को ऐसे भी व्यक्त कर सकते है।

1. वस्तु का एकदम मध्य बिन्दु जहां से वस्तु चारों दिशाओं में घूमने के लिए मुक्त होती है।

2. वह बिन्दु जहाँ पर वस्तु का समस्त भार कार्य करता है।

3. वह बिन्दु जहां पर वस्तु के या शरीर के तीनों तल Saggital,

Scanned with CamScanner

Frontal तथा Transverse मिलते हों। औसतन मानव शरीर में उसके वजन के केन्द्र उसकी लम्बाई के 55 से 60% भाग पर गुरूत्वाकेन्द्र निहीत होता है। मानव शरीर में सामान्यतः स्त्री एवं पुरूषों में गुरूत्वाकेन्द्र अलग-अलग ऊँचाई पर स्थित होता है। इसका कारण मुख्यतः शरीर की बनावट में अन्तर होना।

मनुष्य के शरीर में गुरूत्वकेन्द्र

1. स्त्री एवं पुरूष गुरूत्वकेन्द्र एक समान न होकर स्त्री के शरीर की बनावट स्वरूप नीचा होता है पुरूष की तुलना में क्योंकि स्त्री के शरीर के निचले भाग का भार अधिक होता है।

2. बच्चों में बड़ों से गुरूत्वकेन्द्र की स्थिति ऊचाँई पर स्थित होती है।

3. अगर शरीर पर अतिरिक्त वजन रख हिला जाएं तो उसका गुरूत्वकेन्द्र का स्थान परिवर्तन हो जाता है।

मानव शरीर में गुरूत्वकेन्द्र के निर्धारण की खेलों में बहुत आवश्यकता होती है। खिलाड़ियों का गुरूत्वकेन्द्र स्थाई नहीं होता है। यदि वह गतिमान है या परिस्थिति में परिवर्तन कर लेता है। उसका गुरूत्वकेन्द्र समय, स्थान तथा खिलाड़ी के शरीर की स्थिति के साथ ही साथ परिवर्तित होता है। गुरूत्वकेन्द्र का महत्व खिलाड़ी के लिए तब अधिक हो जाता है जब उसका खेल संतुलन से सम्बन्धित हो। खेल चिकित्सकों द्वारा भी गुरूत्वकेन्द्र का उपयोग खिलाड़ी के चोट लगने के पश्चात् पुनःस्थापन में किया जाता है। जैसे अगर किसी खिलाड़ी को चोट लग जाती है तो उसका गुरूत्वकेन्द्र अपने स्थान से स्थानांत्रित हो जाता है और वह झुककर चलने लग जाता है। तो चिकित्सक उसको ठीक करने के लिए उसके गुरूत्वकेन्द्र को पूर्व की स्थिति में लाता है। जिससे वह पूर्व स्थिति में क्रिया कर सके।

संतुलन
(Equilibrium)

खेलों में संतुलन की अहम भूमिका होती है इसी के आधार पर कोई गतिविधि या क्रिया कितने सही व सक्षम तरीके से की जाये इस पर निर्भर

Scanned with CamScanner

करती है जब किसी वस्तु पर कोई बल एक साथ इस तरह कार्यरत हो कि वस्तु ना तो रेखीय गति करे और ना ही घूर्णन गति करे इस स्थिति को हम संतुलन की स्थिति कहेंगे। किसी वस्तु की संतुलन की स्थिति निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करती है।

1. केन्द्रीय गुरूत्वाकर्षण बल बिन्दू (Central of Gravity Point) – एक वस्तु संतुलन में तब तक रहेगी जब तक उसका C.G. उसके आधार (Base) के ऊपर रहे। किसी वस्तु का C.G. जितना नीचे रहेगा उतना ही अच्छा संतुलन बना रहेगा।

2. आधार का आकार (Size of Base) – किसी वस्तु के संतुलन में उस वस्तु का आधार मुख्य भूमिका अदा करता है इसलिए अच्छे संतुलन के लिए उसका आधार बड़ा होना चाहिए। जिससे की C.G. को आगे Shift करते समय उसकी गुरूत्वाकर्षण रेखा उसके आधार पर ही रहे उससे बाहर ना जायें।

3. Physiology - शरीर की इन्द्रियों में से एक कान हमारे संतुलन को बनाये रखने में अहम भूमिका अदा करती है। मध्य कान में Endolymph नामक तरल पदार्थ शरीर का संतुलन बनाने में मदद करता है अगर ये अपनी जगह से हिल जाये तो व्यक्ति को चक्कर आने लग जाते है जिसे असंतुलन की स्थिति बनी रहती है। इसलिये नृतिकी नाचते समय अपने कान के तरल पदार्थ को हिलने नहीं देते।

4. Visual तथा Kinesthetic Sense - यह Sense अपने आप आती है उदाहरण के तौर पर जब कभी हमारा पैर काँच पर पड़ने वाला होता है तो उससे हम चटकि से पहले ही अपने पैर को हटा लेते है यह Kinesthetic Sense के कारण ही होता है।

संतुलन तीन प्रकार के होते हैं:-

(1) स्थायी संतुलन (Stable Equilibrium) - यदि किसी वस्तु को उसकी संतुलन की स्थिति से थोड़ा सा विस्थापित करके छोड़ दिया

Scanned with CamScanner

जाए और वस्तु पुनः अपनी पहली वाली अवस्था में आ जाये। इस तरह की स्थिति को स्थायी संतुलन कहा जाता है। कहने का तात्पर्य यह है कि वस्तु के विस्थापन से उस वस्तु का C.G. Point अपनी जगह से विस्थापित होकर पुनः पूर्व स्थिति में आ जाता है।

उदाहरण- वॉलीबाल में Blocking करना, कुश्ती में दांव लगाना।

(2) अस्थायी संतुलन (Unstable Equilibrium) - यदि किसी वस्तु को उसकी संतुलन की स्थिति से थोड़ा सा विस्थापित करके छोड़ दिया जाए तो वस्तु की अपनी पूर्व की अवस्था में नहीं आती। इस को हम अस्थायी संतुलन की स्थिति कहते है। इसमें वस्तु के विस्थापन से उसका C.G. Point अपनी जगह से हट कर पूर्व स्थान पर नहीं आ पाता।

(3) उदासीन संतुलन (Neutral Equilibrium) - यदि किसी वस्तु को उसकी संतुलन की स्थिति से थोड़ा सा विस्थापित करके छोड़ दिया जाये तो वस्तु पूर्व अवस्था में न आकर नयी स्थिति में आ जाती है। परन्तु उसके C.G. Point पर कोई असर नहीं पड़ता है।

उदाहरण- 100 मीटर दौड़ का स्ट्रार्ट, फुटबॉल की बॉल।

Scanned with CamScanner

8

पारिभाषिक शब्दों की बुनियादी संकल्पना– एंगल ऑफ पुल, ऑल अथवा नन लॉ, तथा रैसिप्रोकल इनोवेशन

(Fundamental Concepts of Terms– Angle of Pull, All or None Law, Reciprocal Innovation)

एंगल ऑफ पुल (Angle of Pull)

वह कोण जिसपर मांसपेशी खींचती है वह हड्डी के लम्बे अक्ष (धूरी) से सम्बन्ध रखता है जिसपर वह खींचती है। उदाहरण- द्विशिर पेशी कण्डरा (Biceps Brachii Tendon) और प्रकोष्ठ (प्रबाहु) (Forearm) में त्रिन्या (Radius) के मध्य कोण।

एंगल ऑफ पुल उस कोण को कहा जाता है जोकि पेशी प्रविष्ट और हड्डी पर मध्य का कोण।

बल (Force)

यह Pull या Push जो एक वस्तु दूसरी पर लगाती है। क्योंकि इसका परिमणा व दिशा होती है तो गति के सभी बदलती में बल की भूमिका होती है। परन्तु बल लगाने से गति में प्रभाव सभी स्थितियों में नहीं होता। यह जरूरी है कि एक असंतुलित बल है जिसका परिमाण वस्तु से अधिक होता है।

बल के प्रकार

वस्तु में Pull व Push के साथ-साथ असंतुलित बल वस्तु के आकार को भी खराब कर देता है। बल का उसक प्रभाव से ही जाना जाता है जैसे नीचे नाम दिये गये है–

Scanned with CamScanner

कायनेटिक्स–यह असंतुलित बल से सम्बन्धित है अर्थात् गति के प्रभाव

टेंशन बल–यह वह बल है जो वस्तु को स्ट्रेच करता है।

कम्प्रेशल बल–जब बल वस्तु को Squeeze करता है

शीयर बल–बल जो वस्तु के एक हिस्से की Slide करता है।

सेंट्रीपीटल बल– बल जो संवेग तथा Linear से Circular दिशा में परिवर्तन पैदा करता है। केन्द्र की तरफ Radius के साथ अन्दर की दिशा में यह कार्य करता है।

सेंट्रीफ्यूगल बल–यह सेंट्रीपीटल बल के बराबर व विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया बल है तथा शरीर की दिशा में काम करता है। उदाहरणार्थ हैमर थ्रो में अन्तिम रिलीज से पहले केवल को थ्रो करने वाला मजबूती से पकड़ता है। हैमर पर सेंट्रीपीटल बल कार्य करता है जो इसे अन्दर खींचता है तथा सेंट्रीफ्यूगल बल इसे बाहर खींचता है।

बल लगाने के सिद्धांत

बल लगाने से गति पर पड़ने वाला प्रभाव निम्नलिखित बातों पर निर्भर करता है–

1. गति में बदलाव आएग जब बल का परिमाण वस्तु द्वारा दिए गए गतिरोध से अधिक होगा अर्थात् असंतुलित बल लगेगा।

2. 'जिस दिशा से बल लगेगा वह तय करेगा कि गति Linear, Angular या दोनों की मिश्रित गति होगी।

3. वस्तु Angular या Linear तरीकें से गतिवान होगी यह Point वं Application of Force पर निर्भर करेगा।

4. शरीर/वस्तु द्वारा अनुभव की गई गति में बदलाव उसके Unbalance बल के परिमाण के बराबर होती है तथा समय की दूरी के भी या जिस दूरी तक बल लगाया जाता है। जितना लम्बा बल होता है, वस्तु में उतना ही संवेग

Scanned with CamScanner

होता है।

5. एक वस्तु में एक ही दिशा में जितने बल अधिक लगते है वे गति के परिमाण मे उसी क्रम में प्रभाव पैदा करते हैं।

उपरोक्त बताए गए बल लगाने के पांच सिद्धांत शॉट पुट में भली भांति स्पष्ट होते है। जिस दिशा में बल लगता है, हवा में रिलीज का कोण उसी द्वारा तय होता है। हथेली व उंगलियों द्वारा लगा Final Point of Application तय करता है कि क्या शॉट फ्लाईट में घूमेगा तथा किस दिशा में घूमेगा। जितना ज्यादा समय शाट को बल देने में लगाया जाएगा, शॉट की अन्तिम Velocity उतनी अधिक होगी। बल लगाने की दूरी पर समय निर्भर करता है। सभी पेशियों द्वारा बल समेकित करना चाहिये अर्थात् टांगों की लगाया जाता है जब तक हथेली व उंगलियों से Final Flick के साथं शॉट छूटता नहीं।

संतुलन/स्थायित्व के प्रकार

1. स्टेटिक संतुलन
2. डायनामिक संतुलन
3. न्यूट्रल संतुलन

स्टेटिक संतुलन/स्थायित्व

इसमें सीधे खड़े होने की स्थिति है अर्थात् गुरूत्व केन्द्र Support के आधार के पास होता है। या तो एथलीट Skill करक रहा होता है या करने की तैयारी कर रहा होता है तथा कुछ क्षण के लिए अचल स्थिति में होता है। जिमनास्ट हैंड स्टैड़ स्थिति में तैयारी की स्थिति में होता है तथा क्षण भर की अचल स्थिति में व्यक्ति ट्रैक व तैराकी शुरू करने से पहले की स्थिति में होता है। कुछ खेलों जैसे तीरंदाजी, शूटिंग व जिम्नास्टिक स्टंट में स्टेटिक संतुलन का बहुत महत्व है। स्टेटिक वस्तुएं के साधारणत: चौड़े आधार तथा निम्न गुरूत्व केन्द्र होता है।

स्टेटिक संतुलन के सिद्धांत–अधिकतम स्टेटिक संतुलन में निम्नलिखित

Scanned with CamScanner

बातें होनी आवश्यक है–

1. विस्तृत स्पोर्ट का आधार–जितना ज्यादा आधार क्षेत्र होगा, संतुलन उतना ही अधिक होगा। यदि व्यक्ति स्टेंस बढ़ा कर चौड़ा कर ले वे हाथों वे पैरों पर आ जाए तो आधार चौड़ा होगा, व स्थायित्व बढ़ जाएगी। यह संतुलन का बुनियादी सिद्धांत है तथा बड़ी पेशिय गतिविधि विशेषकर Sport Skill का विशेष गुण है। Four point stance of tackle in Football, बेसबाल में बैटर का चौड़ा Placement, Trampolline पर जम्प करते हुए कन्धे जितना चौड़ा पैर Kid Placement तथा गोल्फर कर चौड़ा स्टैस कुछ उदाहरण हैं। बहुत से मामलों में आधार के चौड़ा होने के साथ-साथ निम्न गुरूत्व केन्द्र भी होता है।

2. निम्न गुरूत्व केन्द्र–गुरूत्व केन्द्र जितना नीचा होगा, स्थायित्व उतना ज्यादा होगा। Low Crouching से स्थायित्व बढ़ता है, Prone लेटने से बहुत अधिक होती है। बाजू व टांगें अच्छे तरह खोले जाते है ताकि लीज बड़े तथा गुरूत्व केन्द्र बीच में आए।

3. सम्भावित बल की दिशा–यदि लगाए गए बल की दिशा का पता चल जाए तो स्थायित्व को बढ़ाया जा सकता है। ऐसा गुरूत्व केन्द्र को लगे हुए बल के आधार के किनारे पर अधिकतम करके किया जाता है।

4. शरीर का वज़न–शरीर का वजन स्थायित्व से सीधा समानुपाती होता है। अन्य बातें समान होने पर, सबसे भारी पुरूष ज्यादा संतुलित होता है।

ठोस वस्तुओं की तरह खेल कूद में भी संतुलन होना ठीक विपरीत होता है। जब एक रेसलर को पीछे धकेला जाता है तो वह शरीर के कई एडजेस्टमेट बना कर उस बल का जवाब दे सकता है। अगर Base of Support से पैर उसके गुरूत्व केन्द्र को धकेला जा रहा हो तो अपने पैर पुनः जमा कर वह आधार मजबूत कर लेगा। वह अपने प्रतिद्वंदी को धकेले जाने की चाल में फांस सकता है जबकि असल में वह उसे अपने और खींचने का इरादा रखता हो। वजन के रख रखाव में गलती का फायदा उठाने पर बल देने वाली कई Material Arts है।

Scanned with CamScanner

डायनामिक स्थायित्व/संतुलन

वह गति के दौरान संतुलन बनाना है। आधार के स्वाई संतुलन की अपेक्षा यह गति का संतुलन ज्यादा कठिन होता है। यह अक्सर होता है कि एथलीट का गुरूत्व केन्द्र उसके स्पार्ट के आधार से बाहर कुछ क्षणों के लिए गिरता है। उदाहरण के लिए स्प्रिंट में शरीर का वज़न Supporting Foot से आगे होता है परन्तु इससे पहले शरीर गिर पड़े, दूसरा पैर आगे आ कर स्पोर्ट प्रदान करता है तथा यही प्रक्रिया चलती रहती है। लीनियर/सीधी गति से तेज संवेग की स्थिति में, गुरूत्व लाईन Supporting Foot से आगे होती है

तेज दिशा के परिवर्तन में पैर पर Contripetal बल को खारिज करने के लिए एथलीट को आगे झुकना होता है। संतुलन खत्म हो जाएगा यदि एथलीट के जूते व ग्राऊंड के बीच Coefficient of Friction अपर्याप्त होगा कि वह Centripetal Force न दे सके विशेषकर तेज गति में तीखे मोड़ों पर। यदि मोड़ का व्यास या मुड़ी हुई गति के अनुरूप झुकाव नहीं होगा तो संतुलन खत्म हो जाएगा।

स्थायित्व के लिए जिम्मेदार शारीरिक शास्त्रीय व अन्य कारक

शारीरिक शास्त्रीय कारक–डायनामिक व स्टेटिक स्थायित्व से सम्बन्ध ये कारक निम्नलिखित है।

1. काइनेसथेटिक सेंस, 2. तालमेल, 3. इनर-इयर बैलेंस पद्धति,

अन्य कारक

1. खिलाड़ी का अनुभव
2. Surface Condition की पहचान
3. फुटवियर की स्थिति

न्यूटल संतुलन

यह तीसरी प्रकार का संतुलन है जिसमें वस्तु न्यूट्रल संतुलन में होता है। इसमें गुरूत्व केन्द्र की ऊंचाई वस्तु पर Push देने से प्रभावित नहीं होती है जैसे फर्श पर पड़ी गेंद।

गुरूत्व केन्द्र

परिभाषा–गुरूत्व केन्द्र वह बिन्दू है जिस पर वस्तु का भार या वजन

Scanned with CamScanner

एक जगह केन्द्रित है। Anatomic Position पर खड़े व्यक्ति का गुरूत्व केन्द्र Three Primary Plane & Axes पर काटने वाले Mark से निर्धारित होती है।

एक जैसे घनत्व वाले सालिड ढेंमे की दशा में यह केन्द्र उसका Geometric Centre होता है तथा सदा स्थिर रहता है चाहे वस्तु किसी भी स्थिति में आए। Rings and Hoops में गुरूत्व केन्द्र खाली पड़े स्थान (वृत्त) के मध्य में होता है।

मनुष्य के शरीर में लचीलेपन व सिनपक आन्तरिक संरचना के कारण गुरूत्व केन्द्र को नियत करने में दिक्कत आती है। जब कि Mass centre कुछ देर के लिए पिक्स स्टेंस पर आता है मगर कोई बड़े परिवर्तन में गुरूत्व केन्द्र में बहुत बदलाव आता है। अर्थात् सभी स्पोर्ट Skills ear mass centre लगातार बदलता रहता है।

इस Mass-centre को नियत करना एक जैसी घनत्व वाल वे आकार के सालिड मॉस में गुरूत्व केद्र तय करना मुश्किल नहीं है। इस दशा में गुरूत्व केन्द्र वस्तु के ठीक बीच में होगी। इसी बिन्दु पर लटकाई गयी वस्तु Rotational संतुलन में होगी।

19वीं सदी के अन्तिम वर्षों से लेकर अब तक मानवीय शरीर के गुरूत्व केन्द्र को खोजने के बहुत बल किये गए। यह शीर्ष कार्य अभी तक जारी है परन्तु वर्तमान के लिए हमें उन्हीं चित्रों से संतुष्ट होना होगा जो आज की तारीख तक औसत मानवीय संरचनाएं है।

औसत मानव शरीर की खड़ी अवस्था मे उसके वजन का केन्द्र सीधी ऊंचाई के 55-60 प्रतिशत का रेंज में होता है या Second Sacral Vertebra के स्तर तक होता है। बच्चों में यह थोड़ा ऊंचा तथा पुरूषों की अपेक्षा स्त्रियों में नीचा होता है। इसके अतिरिक्त प्रत्येक आंचल में यह अगल-अलग होता है जो गति के विश्लेषण पर निर्भर करता है। 14 मुख्य Segment (जिन्हें वैज्ञानिक 'लिक' कहते हैं) जो ये हैं–

1. सिर, 2. धड़, 3. दोनों जांघें, 4. Forelegs जूव,
5. पैर दो, 6. ऊपरी भुजा दो, 7. Forearms Two
8. हाथ दो

Scanned with CamScanner

ऑल अथवा नन लॉ (All or None Law)

आल-या नन लॉ एक क्रियात्मक सिद्धांत है जो उत्तेजनीय उत्तकों में उत्तेजना की प्रतिक्रिया से सम्बन्धित है। इस सिद्धांत को सर्वप्रथम अमेरीकी फिजियोलोजिस्ट (Physiologist) हैनरी पी. बोडिच ने सर्वप्रथम वर्ष 1871 में हृदय की मांसपेशियों के संकुचन के लिये प्रमाणित किया गया। उन्होंने उद्दीपन की प्रतिक्रिया के सम्बन्ध में वर्णन करते हुए कहा, "एक प्रेरक झटका एक संकुचन उत्पन्न करता है अथवा वो अपनी शक्ति के अनुसार ऐसा करने में सफल नहीं होता, यदि वो ऐसा करता है तो वह सबसे बड़ा संकुचन उत्पन्न करता है जिसे उद्दीपन की किसी भी शक्ति से उस समय मांसपेशियों की स्थिति द्वारा उत्पन्न किया जा सकता है।" यह माना जाता है कि यह सिद्धांत हृदय तथा अन्य अति विशिष्ट प्रतिक्रिया करने वाले ऊत्तकों जैसे-कंकालीय मांसपेशी (Skeletal Muscle) तथा तंत्रिका (नर्व) के लिए बहुत-ही विशेष माना जाता है।

यह प्रमाणित किया जा चुका है कि ऑल-या-नन सिद्धांत के अनुसार ही कंकालीय मांसपेशी (Skeletal Muscle) और तंत्रिका (Nerve) के व्यक्तिगत फाइबर उद्दीपन के प्रति प्रतिक्रिया करते है। इसका अर्थ यह नहीं है कि इनकी प्रतिक्रिया का आकार स्थिर है क्योंकि कार्य क्षमता ऊतक की स्थिति के अनुसार बदलती रहती है तथा प्रत्यादान (Recovery) के दौरान उद्दीपन के प्रति प्रतिक्रिया पिछली प्रतिक्रिया की तुलना में सामान्य से कम हो सकती है। प्रतिक्रिया का आकार फिर भी उद्दीपन की शक्ति से स्वतंत्र है। इस प्रकार इन विशेष ऊतकों - हृदय (Heart), कंकालीय मांसपेशी (Skeletal Muscle) तथा तंत्रिका (Nerve) में कार्यात्मक प्रतिक्रिया एक जैसी ही होगी।

मांसपेशिय दबाव

सहकारी दबाव जो मांसपेशिय कृति का परिणाम होते है वे चारित्रिक रूप तुच्छ होते हैं क्योंकि शरीर की थोड़ी सी गतिविधि मे भी सन्तुलन का समायोजन सम्मिलित होता है, जो धड़ तथा नीचे के भाग

Scanned with CamScanner

की विभिन्न दशाओं के मांसपेशिय समायोजन को आवश्यक बनाता है।

जोड़ों की यान्त्रिकी तथा मासंपेशिय जुड़ाव की सम्पूर्ण जानकारी मांसपेशियों के प्रभावों को समझने से पहले परम आवश्यक है। पाठकों को यह सुझाव दिया जाता है कि इससे सम्बन्धित जानकारी के लिए 'सजीव वस्तुओं तथा शरीर-रचना-शास्त्र' की पुस्तकों का गहन अध्ययन करें। बहुत सी पुस्तकें अभी भी जोड़ों की यान्त्रिकी तथा मांसपेशिय कृति से सम्बन्धी गलत दिशा बताती है।

जीवंत वस्तुओं में नाही मांसपेशियां तथा नाही जोड़ अकेले कार्य कर सकते हैं। व्यक्तिगत जोड़ों में गतिविधियां सामान्य विश्वास से अधिक होती है। उदाहरण के लिए, कलाई में बाद की गतिविधि मुख्यत: इन्टरकारपल में गतिविधि कुछ दशाओं तक ही सीमित होती है। यह बाएं हाथ की हथेली के भाग को दाएं हाथ की प्रथम अंगुली तथा अंगूठे के साथ स्थिर करके तथा बाईं भुजा को प्रयोग करके दर्शाया जा सकता है। त्रिकोणिय मांसपेशी भी एक बहुत अच्छा उदाहरण प्रस्तुत करती है। यह मांसपेशी भुजा की कंधे के स्तर तक लाती है। यदि कंधे की करघनी उचित रूप से स्थित है तो त्रिकोणिय मांसपेशी द्वारा किया गया बदलाव आश्चर्यजनक रूप से सीमित होना।

यह तथ्य है कि भुजा को कंधे की करघनी तक उठाना वैसा ही है जैसे कि भुजा की गतिविधि, यह आगे कंधे के आन्तरिक कोण को करके दर्शाया जा सकता है, तब धीरे-धीरे भुजा को हिलाना है, जब यह पता चला जाए कि कंधों का कोण भी भुजा के साथ-साथ चल रहा है।

जब एक मांसपेशी सिकुड़ती है, दोनों जोड़ हिलते है, परन्तु एक सिरे की गतिविधियां दूसरे सिरे के स्थिरता कृति से प्रभावित होती हैं। भुजा को उठाने में त्रिकोणीय कृति राम्बाइड मांसपेशियों तथा को सिकोड़ती है जिससे वह आधार जिस पर गोल हड्डी कार्य करती है कार्यान्वित हो जाता है परन्तु एक स्थान पर जड़ नहीं होता। इस स्थिर

Scanned with CamScanner

करने के कार्य में पूर्व सेराटस का निचला भाग प्रबलता से कार्य करता है तथा आगे कंधों के कोण को बगल में खींच कर भुजा को ऊपर उठाने में सहायता करता है पूर्व सेराटस की सिकुड़न पसलियों के मध्य तथा पेट की मांसपेशियों की कृति को सेराटस के मूल को स्थिर करता है तथा राम्बाइड के मूल को धड़ की विपरीत दिशा की मांसपेशियां स्थिर बनाती है। एक साधारण गतिविधि से उत्पन्न यान्त्रिक बल शरीर के कई भागों में पहुँचता है जब भुजा का स्थान से हटने के कारण सामान्य आसनीय समायोजन को महत्व नहीं दिया जाता है।

सामान्यत: मांसपेशियों तथा तंतुओं का इस प्रकार बलों पर प्रतिघाट को कम महत्त्व दिया जाता है, परन्तु जब बलों को अचानक प्रयोग किया जाता है तो जो व्यक्ति कमजोर शारीरिक स्थिति में होते है उनके जोड़ों के तन्तुओं या मांसपेशियों में तनाव हो सकता है तथा जिन भागों में कृति कम होती है दबावों के कारण व्यवसायिक दबाव हो सकते हैं।

कुछ कृतियों में, व्यवसायिक दबाव इसीलिए होते है क्योंकि मांसपेशियों में स्थित स्थिर करने वाले दबाव को अधिकता के कारण वे इसे संभाल नहीं पाते। उदाहरण के लिए, एक चिकित्सक छोटे राम्बाइड में 'तन्तुओं सम्बन्धी' बीमारी से ग्रस्त हैं तथा बाईं पेट की दीवार में असुविधा की शिकायत है। इस दबाव से रेती के साथ तिरछा प्रहार किया तो उसने दाएं छाती के मध्य तथा पूर्ण त्रिकोणीय पर अत्यधिक दबाव डाला। इससे बाएं बाहरी मांसपेशी तिरछे पेट की मांसपेशी तथा दाएं कंधें छोटी राम्बाइड मांसपेशी की शक्तिशाली स्थिरता को आवश्यक बना दिया है। जब एक रेती के साथ एक क्षितिजीय तल पर कार्य किया जाता है तो छोटे राम्बाइड की स्थिरता कृति की जाती है तथा यह कंधे के ऊपरी कोण से की जाती है जो इसकी कम या अधिक स्वाभाविक स्थिति में बड़े राम्बाइड तथा पूर्व सेराटस को कृति में सामान्य भाग लेने देती है। एक तिरछे प्रहार के साथ, ऊपर का कोण छाती के ऊपर उठता है तथा रीढ़ की प्रक्रिया से हट जाता है जहाँ से छोटा राम्बाइड आता है। इस स्थिति में छोटी मांसपेशी को स्थिरता कार्य का एक बड़ा भाग

Scanned with CamScanner

पूरा करना होता है। जब भराव का कोण लगातार समान रूप से बदल रहा है तो छोटा राम्बाइड की दबाव को बदलता है तथा इसीलिए थकान के लिए कम उत्तरदायी होगा, परन्तु 'रेती चिकित्सक' अभी भी उसी स्थिति में है।

एक अन्य बहुत पाए जानी वाली कंधे की करघनी की न्यूराइटिस तब हो जाती है जब भुजा को आदतन शरीर के आगे रखा जाता है तथा अग्रिम भुजाओं को समकोण पर मोड़ा जाता है। जब भुजाओं की अग्रिम भुजाओं को फैलाकर शरीर के आगे रखा जाता है तो इन्फरास्पिनटस तथा छोटे टेरेस केवल भुजाओं को स्थिर करती है। जब अग्रिम भुजा को भुजाओं को अन्दर की मोड़ते हुए शरीर के आगे रखते हुए मोड़ते है तो इन दोनो छोटी मांसपेशियों को वह भार उठाना पड़ता है जो इनके लिए उपर्युक्त नहीं है।

बहुत सी समान कृतियों में, एक व्यक्ति द्वारा किए गए थोड़े से परिवर्तन से दबाव का असमान वितरण हो जाता है। उदाहरण के लिए एक अभियन्ता, रेती चला रहा है तो उसने रेती को चार अंगुलियों से पकड़ा है तथा अंगूठे को हत्थे के चारों ओर लपेटा है। जब प्रथम अंगुली हत्थे को दबाती है तो अन्दर की ओर मुड़ी हुई भुजा की कृति अधिक शक्तिशाली हो जाती है। एक युवा अभियन्ता रोगी में इसके कारण बड़ी टेरेस मांसपेशी में दबाव हो गया तथ गंभीर न्यूराइटिस हो गया।

इससे पहले कि सभी दबावों को उचित रूप से समझे गए सभी सम्मिलित बलों को फिर से दोहराना चाहिए। यान्त्रिक दबावों के विश्लेषण में पहले तीन तार्किक चरण निम्न है-

1. गतिविधि का मुख्य उद्देश्य निर्धारित करें।
2. गतिविधि का यान्त्रिक आधार निर्धारित करें।
3. लगने वाले बलों को निर्धारित करें।

Scanned with CamScanner

एक गतिविधि का मुख्य उद्देश्य

जब एक गतिविधि के उद्देश्यों को दोहराया जाए तो केवल सामान्य अनुमान तक सीमित नहीं रहना चाहिए। उदाहरण के लिए, जब दौड़ की गतिविधियों का विश्लेषण किया जाए तो केवल दौड़ को उद्देश्य निधरित करना काफी नहीं है बल्कि तेज दौड़ना उद्देश्य होना चाहिए। 100 गज की दूरी को कम से कम समय में पूरा करने के लिए जो विधियां होती है वह 5 मील दौड़ने के लिए उपर्युक्त नहीं है। पहले मामले में अधिक मांसपेशिय बल लगाना होगा तथा शरीर अनावश्यक रूप से असंतुलित होता है तथा प्रबल भुजा तथा पैर के प्रहार आवश्यक होते है।

लम्बी दूरी में, मांसपेशिय बल न्यूनतम होना चाहिए। शरीर सीधा होगा, जब कि भुजा तथा पैर का प्रहार सीमित कर देना चाहिए जो कि दौड़ को ताल से भरपूर कृति दे सके।

यहां तक कि साधारण कृतियों जैसे-अभियन्ता द्वारा रेती चलाना, एक सख्त आधार पर अधिक बलपूर्वक कार्य करने का उद्देश्य एक नर्म आधार पर हल्के हाथ से कार्य करने के उद्देश्य के रूप में बदल जाता है। यह गतिविधि में सम्मलित चरित्रों में वंछित अन्तर होगा। मुख्य उद्देश्य की व्याख्यात्मक विश्लेषण भी एक व्यक्ति जो बैठा है उसके दबाव की तुलना में समान है।

एक लिपिक की कमर तथा नीचे के अवयव का दबाव कोम्पोमीटर के लिपिक की धड़ तथा नीचे के अवयव के दबाव से भिन्न होगा। जिन्हें एक ओर ही अधिक कार्य करना होता है। वह ड्राफ्टमैन जा दोनों हाथों से कार्य करता है उसके दबाव एक लेखाधिकारी से भिन्न होते है जो मुख्य रूप से दाएं हाथ की प्रयोग करता है। गतिविधियों के वे विद्यार्थी जो कृतियों की व्याख्या को समझ नहीं पाते वे गलतियां करते हैं।

एक गतिविधि के मुख्य उद्देश्य निर्धारित करने के बाद जो अगला

Scanned with CamScanner

तार्किक चरण है वह है प्रयोग होने वाले उपकरणों के चरित्रों का अध्ययन करना। मानव शरीर एक बहुत ही जटिल सजीव मशीन है जिसमें यान्त्रिकी के सभी मौलिक सिद्धान्त स्पष्ट रूप से दर्शाए गए है उत्तोलक दण्ड, घिरनी, झुका हुआ समतल यहाँ तक कि तरल यान्त्रिकी के सिद्धान्त। मानव 'मशीन' तथा मानव द्वारा निर्मित मशीन में मुख्य आधार यह है कि मानव शरीर अत्याधिक प्रतिघाती है तथा अस्थिर उपकरण है।

एक साधारण मशीन में जैसे कि मोटर भाप इंजन, या एक टाइप राइटर किसी भी बल पर प्रतिघात का प्रकार तथा दशा जो मशीन पर कार्य कर रही है उसका अनुमान लगाया जा सकता है। उदाहरण के लिए, जब मशीन के एक भाग पर दबाव डाला जाता है तो कोई भी व्यक्ति चरित्र की संरचना की गणना करके वह माध्यम जो इसका आधार है, तथा दबाव का दिशा तथा दशा की सहायता से परिणाम का अनुमान लगा सकता है। मानव शरीर में बहुत से बदलाव होते हैं क्योंकि इसको एक बल को प्रतिघात को दूरदर्शित नहीं किया जा सकता। भावनाएं शारीरिक तथा रसायनिक संतुलन तथा सामान्य आदतें, ट्रसरेकारकों में मानव शरीर के प्रतिधातों को प्रभावित करते हैं।

मांसपेशियां मुख्य रूप से शरीर की रक्षक होती है तथा यदि कोई भी चोट असुविधा विरूद्ध शरीर को बचाती है। मांसपेशियों का यह बचाव कार्य स्वतन्त्रता से कार्य करता है या गतिविधियों यान्त्रिकीय आधार को निर्धारित करता है। उदाहरण के लिए, काटने वाले जूते पहन कर आप बुरी चाल से बच नहीं सकते। दर्दनाक पैर ऊपरी अवयव के चरित्र को बदल देता है।

गतिविधियों की धूरियाँ

एक गतिविधि की धूरी के बारे में भ्रांति रखना आसान है विशेषतः जब यह एक अकुशल व्यक्ति द्वारा की जाए। उदाहरण के लिए झुकने की आसान कृति में गतिविधि टखनों या नितंबों से आरम्भ होती है।

Scanned with CamScanner

सामान्यतः यह गतिविधि टखने, घुटने, नितंब तथा रीढ़ के जोड़ों पर फैल जाती है जिसमे पैर धूरी का कार्य करते हैं। कुछ मामलों में टखने तथा घुटने ऐठ जाते हैं ताकि गतिविधि नितंब से आरंभ आए। उन महिलाओं में सामान्य है जो ऊँची एड़ी के जूते पहनती हैं। उन महिलाओं में जो ऐंठी हुई चोली पहनती है, रीढ़ में स्थिरता नितंबों की गतिविधि पर आधारित है नितंब की ऐंठन।

एक गतिविधि की धूरी तथा चरित्र उस कृति द्वारा दिए गए प्रतिरोध न से निर्धारित होती हैं। जब भार उठाया जाता है तो समतोलन का सिद्धान्त सामान्यतः लागू होता है। पैर को गतिविधि की धूरी बना कर जब कोई भारी वस्तु उठाई जाती है तो पहले भुजा फैलती है। पैर की स्थिति या अवस्था यह बताती है कि पैर धूरी बन सकते हैं या नहीं एक अच्छे घटक से ही सभी शारीरिक तथा अवयव की गतिविधियां होती है।

जब पैर बहुत पास होते हैं तो असुविधा तथा असुरक्षित पकड़ के कारण नीचे के जोड़ सामान्यतः ऐंठे जाते है ताकि गतिविधि की धूरी नितंब, रीढ़ तथा कंधे की करघनी के जोड़ बने। यह कि फिसलने तल पर खड़े होकर फेंकने की गतिविधि करने वाले व्यक्तियों या ऊँचे ऐड़ी के जूते पहनने वाली महिलाओं के लिए, सामान्यतः शरीर का भार दूसरे पैर पर स्थानान्तरित किया जाता है, परन्तु जहाँ पैर असुरक्षित होते है तो कृति कंधे की करघनी से आरम्भ होती है।

रैसिप्रोकल इनोवेशन (Reciprocal Innovation)

रेने देकार्त (1596–1650) वो पहले व्यक्तियों में से एक थे जिन्होंने सबसे पहले 1626 ई. को पारस्परिक इनोवेशन मॉडल की कल्पना की। उन्होंने इस मॉडल को एक सिद्धांत के रूप में एगोनिस्ट और प्रतिपक्षी की मांसपेशियों को नियंत्रित करने के लिए इसका प्रयोग किया। रैसिप्रोकल इनोवेशन कंकालीय मांसपेशियों (Skeletal Muscles) का एंटागोनिस्ट जोड़ों के रूप में विद्यमान होने का वर्णन करती है। इस प्रक्रिया (कंकालीय

Scanned with CamScanner

मांसपेशियों के रैसिप्रोकल इनोवशन) में एक मांसपेशी संकुचन के बाद अपने विपरीत दूसरी मांसपेशियों के द्वारा उत्पन्न संकुचन के विरूद्ध बल उत्पन्न करती है। उदाहरण के लिए, मानव हाथ में ट्राइसेप्स जोकि साधारणतय निचली आर्म का विस्तार बाहर की ओर करती है जबकि बाइसेप्स (Biceps) निचली आर्म का अन्दर की ओर विस्तार करती है। अधिकतम क्षमता तक पहुंचने पर विपरीत मांसपेशियों का संकुचन रोकना चाहिए जबकि वांछित कार्य करने वाली मांसपेशियों को उत्तेजित करना चाहिए। यह रैसिप्रोकल इनोवशन इसलिए होता है ताकि मांसपेशी के संकुचन अपनी प्रतिरोधी मांसपेशी के एक साथ विराम की स्थिति में हो।

Scanned with CamScanner

9

बल–अर्थ, परिभाषा, प्रकार तथा इनका खेल गतिविधियों में भूमिका

(Force – Meaning, Definition, Types and Its Application to Sports Activities)

बल

वास्तव में किसी भी वस्तु में गति उत्पन्न करने के लिए किसी बाह्य प्रभाव की आवश्यकता होती है, जिसे हम बल कहते हैं। दौड़ने में स्थिर स्थिति से दौड़ प्रारम्भ कर शरीर को गति देने के लिए हम अपनी मांसपेशियों पर दबाव डालकर शरीर को आगे ढकेलते है। पृथ्वी प्रत्येक वस्तु को अपने केन्द्र की ओर खींचती है, अर्थात् पृथ्वी प्रत्येक वस्तु को अपने केन्द्र की ओर खींचकर उस पर एक प्रकार का बल आरोपित करती है। अत: बल वह ढकेल है अथवा खिंचाव है जो किसी वस्तु में गति उत्पन्न करता है। इस प्रकार बल एवं गति में प्रगाढ़ सम्बन्ध है। बल को बिखेरने की तकनीकी से सम्पर्क के समय आलम्बित संधियों को मोड़ने से यह सम्भव होता है। संपीडन की स्थिति में फ्रेकोलिन की सतह संग्रहित प्रतिरोधी बल ग्रहण करता है जो कि उस समय युक्त होता है। जबकि सतह पुन: अपनी पूर्व मूल स्थिति में नहीं हो जाती।

बल का परिभाषा

बल तथा रेखीय त्वरण

रोलर पर एक बोर्ड को ध्यान में रखते हुए। यदि यह दायें से बल प्राप्त करता है तो यह दायीं ओर गति करता है और यदि यह बायीं ओर गति करता है तो बायीं ओर से बल लगेगा। यदि यह बिलकुल भी बल प्राप्त नहीं करेगा तो यह स्थिर रहेगा। जब एक धावक एक

Scanned with CamScanner

निरंतर वेग के साथ बोर्ड को पार करेगा तो बोर्ड में कोई गति नहीं होगी। यह केवल तभी गति करेगा जब बोर्ड पर त्वरण या मंदन लगेगा। इसलिए वे बल जो धावक मैदान से ग्रहण करते हैं, जो अनिवार्य त्वरण उत्पन्न करने में प्रयोग होते हैं और जो घर्षण से बचने के लिए अनिवार्य हैं त्वरण की मात्र जो बल के कारण होती है निश्चित रूप से गतिशील वस्तु की संहति पर निर्भर करती है। इस बल में जितनी अधिाक संहति होगी उतना ही त्वरण कम होगा। इसी कारण स्प्रिंटर हल्के वजन वाले होते हैं।

आवेग

शॉट पुट खिलाड़ी विशेष प्रकार से बने प्लेटफार्म से शॉट पुट फेंकता है जो उस बल को जिसके विपरीत वह बल लगाता है, नापता है। ये बल, संवेदनशील स्ट्रेन गौज द्वारा पहचाने जाते हैं जो प्लेटफार्म में होत हैं तथा तब इसे ग्राफ पेयर के लम्बे रोल पर अंकित किया जाता है। क्षैतिजीय बल जो फेंक की दिशा में लगता है- सकारात्मक बल जो फेंकने की दिशा मे जमीन पर लगाए गए है तथा नकारात्मक बल जो विपरीत दिशा में जमीन पर लगाए गए हैं होते हैं। इस रिकार्ड से यह स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है कि बल का परिमाण फेंकने के दौरान लगातार परिवर्तित होता रहता है ओर बल की दिशा में भी परिवर्तन होता है।

व्राहन द्रव्यमान पर बल प्रयोग के समय सतही सम्पर्क

प्रक्षेपण, ढकेल, खिंचाव, तथा प्रहारक क्रियाओं मे एक या दोनों पैरों को आलम्ब सतह से दृढ़ सम्पर्क में उस समय तक रखना चाहिए जब तक गति प्रदान करने वाले बल की क्रिया पूर्ण न हो, अन्यथा सर्वाधिक बल कम हो जाता है। फिर भी इस बात को मानना चाहिए कि द्रव्यमान पर बल प्रयोग करते समय निर्दिष्ट दिशा में शरीर का सर्वाधिक पूर्ण संवेग विकसित करने से क्रिया में अधिकतम संवेग प्राप्त कर सकते हैं। इस संवेग को बनाए रखने के लिए सुदृढ़ सम्पर्क के

Scanned with CamScanner

सिद्धान्त को लागू रखना कभी-कभी असंभव प्रतीत होता है। फिर भी यह सिद्धान्त सर्वमान्य है, तथा उसकी अवहेलना नहीं की जा सकती, ग्राह्य वस्तु का भार या वजन अधिक होने पर इस सिद्धान्त के प्रभाव में वृद्धि होती है। उदाहरण: गोला फेंक में यदि एथलीट पैर तथा जमीन के मध्य का सम्पर्क पूर्ण क्रिया होने के पूर्व तोड़ देता है, तो बल में कमी हो जायेगी।

बल के सिद्धान्त

बल के विकास की आवश्यकतानुसार ऐसे सिद्धान्तों का सृजन हुआ है, जो कि सभी प्रकार की क्रियाओं में समान रूप से लागू होते है। अधिकांश सिद्धान्त इसी अवधारणा पर आधारित है कि इनका उद्देश्य सर्वाधिक बल उत्पादन है। हॉकी की गेंद पर प्रहार करना, फुटबॉल को दूसरे खिलाड़ी को पास करना ऐसे उदाहरण हैं, जिनमें सर्वाधिक कम बल की आवश्यकता पड़ती है। बल के सिद्धान्तों को निम्नलिखित चार वर्गों में समूहीकृत किया गया है:-

1. सामान्य सिद्धान्त
2. आत्मनिर्मित एवं अन्य सकारात्मक बल
3. पर्यावरण सम्बन्धी बल
4. बल का बिखराव

1. बल के सामान्य सिद्धान्त

प्रहारक क्रियाओं मे प्रहारक का अंतिम संवेग ही महत्वपूर्ण कारक होता है। फेंकने की क्रियाओं में अंतिम वेग मुख्य कारक है। चलित गतिशील क्रियाओं में मुख्य कारक औसत वेग होता है क्योंकि इनमें उद्देश्य दूरी को न्यूनतम समय में पूरी करना होता है। विरामावस्था या गति की अवस्था में शरीर पर क्रियाशील मांसपेशी तथा गुरूत्व बल के सहयोग से ही मानव गति प्राप्त होती है। यदि बल प्रयोग के पूर्व ही शरीर में उचित दिशा में संवेग रहता है, तो बल अधिक प्रभावी

Scanned with CamScanner

होता है।

सम्पूर्ण बल का सिद्धान्त

यदि बलों का प्रयोग एक ही दिशा में तथा उचित क्रम में सही स्थान पर किया जाये, शरीर के प्रत्येक अंग या भाग के योग से प्राप्त बलों को सम्पूर्ण बल कहेंगे।

उदाहरण 1- गेंद को मुक्त करते समय फेंकी गई गेंद उस वेग से यात्रा कर रही होती है, जो कि शरीर की समस्त क्रियाओं के योग के बराबर योग से चलती है।

उदाहरण 2- मुक्त होने के समय समस्त बलों के सम्मिलित वेग के बराबर वेग से वस्तु यात्रा करती है। इसमें बल में गतिशीलता का रेखीय घूर्णन सम्पूर्ण शरीर का घूर्णन चालन तथा प्रक्षेपण क्रिया में संलग्न कोणीय चालन भी सम्मिलित होता है। किसी भी विस्फोटक क्रिया के लिए पिछले बल के शिखर बिन्दु पर अगले बल के वेग के लिए प्रयोग करना चाहिए। इस लक्ष्य की प्राप्ति के लिए विशिष्ट क्रियाओं सर्वाधिक समन्वय की आवश्यकता होती है। यदि दूसरे बल का प्रयोग विलम्ब करके होता है, प्रथम बल से प्राप्त संवेग का ह्रास होता है। यदि द्वितीय बल का उपयोग बहुत जल्द किया जाता है, वह इन दोनों बलों का सम्पूर्ण प्रभाव कम कर लेता है।

बल का नियत प्रयोग

बल का प्रयोग नियत तथा यथासम्भव एक समान होना चाहिए। जिससे कि जल या वायु अवरोध तथा गुरूत्व के दबाव को दूर करने के लिए सर्वाधिक बल का उपयोग हो सके तथा जडत्व को पार करने के लिए न्यूनतम बल का उपयोग हो।

उदाहरण: एक लम्बी दूरी की दौड़ का धावक या तैराक अधिक कुशलता एवं मितव्यता से क्रिया करता है। यदि बल का सरलता से प्रयोग करते हुए नियत चाल से दौड़ता रहता है, जिससे कि जडत्व

Scanned with CamScanner

को पार करने के लिए न्यूनतम मात्रा में ऊर्जा का उपयोग होता है।

बल प्रयोग की दिशा

सामान्यत: सभी बलों का चाहे गये वेग की रेखा में सीधे ही यथा सम्भव प्रयोग करना चाहिए अन्य दिशा में प्रयोग किये गये बल या तो वांक्षित दिशा में गति को मंद करते है, या परिणामस्वरूप ऊर्जा का अपव्यय करता हैं।

उदाहरण: एक धावक जो प्रत्येक कदम पर पंजों को बाहर की दिशा में करके दौड़ता है, कभी भी अपने बलों का उपयोग सीधा सामने आगे दौड़ने में नहीं कर सकता। इससे उस पैर का केवल एक भाग का ही उपयोग होता है, तथा कुछ वे मांसपेशियां जो मदद कर सकती है प्रभावहीन हो जाती है।

बल प्रयोग की दूरी

यदि किसी शरीर पर एक नियत बल का प्रयोग होता है, तो वेग भी नियत होता है, लेकिन ज्यों ही बल प्रयोग की दूरी में वृद्धि होती है, शरीर में अधिक वेग विकसित होता है।

उदाहरण:- यदि गोला फेंकने वाला एथलीट फेंकना प्रारम्भ करते समय बाजू के बजाय पीठ को फेंकने की दिशा में रखता है, उसे बल प्रयोग के लिए एक चौथाई घुमाव का बल का अतिरिक्त लाभ मिलता है। यही डिस्कस थ्रो में भी लागू होता है।

अनेक और विविध बल का सिद्धान्त

जब दो या दो से अधिक बल एक शरीर पर प्रयोग होते है, या दो या अधिक बल एक दूसरे पर क्रियाशील होते है, इसके परिणामस्वरूप क्रिया का निर्धारण बलों की दिशा तथा उनकी मात्रा एवं विशालता के आधार पर होता है। यदि दो बल एक समान सामान्य दिशा में क्रियाशील होते हैं। इसके परिणामस्वरूप उत्पन्न बल की दिशा उनके मध्य में ही कहीं होगी तथा इसके फलस्वरूप प्राप्त बल इसमें से

Scanned with CamScanner

किसी से भी अधिक मात्रा में होगा, न कि दोनों बलों का संयुक्त योगदान।

उदाहरण:- ऊंची या लम्बी कूद में उछाल लेते समय शरीर की सिकुड़ने की दिशा शरीर को कूदने के लिए तैयार बनाने के लिए की जाती है। जिससे कि शरीर लम्ब स्वरूप बल प्रयोग कर सके। क्षितिज संवेग को कम किये बगैर जो कि पहुंच दौड़ में विकसित हो चुका है। क्षैतिज एवं लम्बवत् बलों दोनों के सापेक्ष योगदान चर ही उड़ान की दिशा एवं विशालता की मात्रा निर्भर करेगी।

2. आत्मनिर्मित एवं अन्य सकारात्मक बल

1. मांसपेशियों का सही चयन:- किसी भी कार्य हेतु सर्वाधिक प्रभावी मांसपेशियों का चयन करना चाहिए, एक सर्वोत्तम प्रयास में जितनी शक्तिशाली मांसपेशियां होगी तथा जितनी अधिक मांसपेशियां उपयोग में लाई जायेगी उतना ही अधिक बल प्राप्त होगा तथा मांसपेशियों में विकृति की सम्भावना कम हो सकेगी।

उदाहरण 1.:- वजनी वस्तुओं को उठाने में कमर की विस्तारण मांसपेशियों के बजाय पैरों की मांसपेशियां अधिक शक्ति प्रदान करती है। इसीलिए पैर का उपयोग अधिक प्रभावी होता है। फिर भी अधिक वजन उठाने में पैर तथा कमर की मांसपेशियां संयुक्त रूप से कार्य करती हैं।

स्थायीत्व एवं प्रभावी बल में ह्रास को कम करना: कुछ कौशलों को करने से कुछ विशिष्ट मांसपेशियों को तैयार करना चाहिए, विशेषकर उन कौशलों को जिनमें अधिक प्रतिरोध या दबाव सम्मिलित रहता है।

शरीर के स्थाइत्व में योगदान करने वाले आलम्ब या सहारे का दृढ़ आधार बल में त्रस को कम करने में सहायक होता है। उदाहरण- वजन गोले के विरूद्ध ढकेल क्रिया उसी स्थिति में अधिक प्रभावशाली होगी, यदि बल के विकास में अनुपयोगी संधियों को स्थाइत्व प्रदान

Scanned with CamScanner

किया जाये तथा पिछले पैर का भूतंल से सम्पर्क दृढ़ हो। शॉट पुट को अंतिम वेग में तथा आगे बढ़ाने वाले बलों को योगदान समाप्त होने के पश्चात् ही अनुसरण क्रिया या पलटने की क्रिया होती है।

बल प्रयोग के कोण का प्रभाव:- शरीर के अंगों की कोणीय क्रिया में बल पर सर्वाधिक प्रभाव उसी स्थिति में रहता है, जबकि अंग वस्तु की चलने की दिशा से एक समकोण की स्थिति में रहता है। यही मांसपेशी के खिंचाव के कोण पर भी लागू होता है।

उदाहरण:- ताल स्ट्रोक के उपयोग में तैराक बल के प्रयोग में सर्वाधिक प्रभावी होता है, जब उसके हाथ तथा भुजा सीधे कंधे के नीचे होते है। इस स्थिति में बल का प्रयोग सर्वाधिक प्रभावशाली होता है।

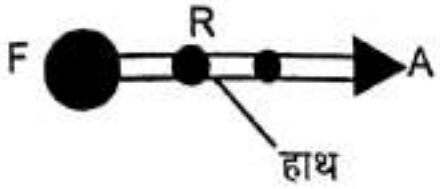
प्रारंभिक मांसपेशीय तनाव:- मांसपेशियों के प्रारम्भिक तनाव में वृद्धि होने से मांसपेशिय संकुचन के बल में वृद्धि की जा सकती है। पूर्ण संकुचन के जितने निकट मांसपेशी होगी उतना ही कम बल का वह प्रयोग कर सकेगी। उदाहरण के लिए भाला फेंकने में जब हाथ को पीछे ले जाते है, तब कार्य करने वाली मांसपेशियां खिंचती हैं जिससे कि उनके प्रारंभिक संकुचन बल में वृद्धि होती है।

उदाहरण:- जबकि ऊँची कूद की तैयारी में प्रारम्भ में पैर मुड़े रहते है, उन्हें खोलने के पूर्व पीठ झुकाव मांसपेशियों के खिंचाव में वृद्धि करता है तथा उनके संकुचन के बल में वृद्धि करता है।

प्रहारक बल का सिद्धान्त:- जब घूर्णन केन्द्र पर कोणीय वेग नियत रहता है, इस वेग पर उत्तोलक उसकी लम्बाई के सीधा सानुपात चलता है। यह सिद्धान्त उत्तोलक के सिद्धान्त पर आधारित है। जब शरीर उत्तोलक उसे बदलने से लम्बा होता है, या गेंद, बेट या टेनिस रैकेट जैसे उपकरण को जोड़ने से लम्बा होता है। इससे वेग में वृद्धि होती है तथा क्रिया की दूरी एवं प्रहारक बल में वृद्धि होती है।

Scanned with CamScanner

उदाहरण:- जब मानव उत्तोलक में टेनिस रैकेट जोड़ दिया जाता है, जो कि कन्धे की सन्धि के चारों ओर घूर्णन करता है। मूल उत्तोलक की लम्बाई लगभग दुगुनी हो जाती है। यदि कन्धे की संधि चर कोणीय वेग नियत रहता है, उत्तोलक के अंत का वेग लम्बा होने के पूर्ण से दुगुना हो जाता है।



FA > RA
बल > चाल से

अन्त अनुसरण क्रिया

सही अन्त अनुसरण क्रिया पर जोर देने से सम्पूर्ण क्रिया पूर्ण होने के पूर्व या फेंकने या प्रहार की क्रिया को धीमा करने की प्रवृत्ति दूर हो जाती है। इसके सिवाय अन्त अनुसरक क्रिया से निम्न उद्देश्यों की पूर्ति होती हैं:-

1. संतुलन बनाए रखना
2. रेखा के बाहर जाने के उल्लंघन से बचना
3. गामक क्रिया के लिए शरीर को तैयारी की स्थिति में रखना
4. शारीरिक अंगों को क्रमशः धीमाकर रोकने से सन्धियों, मांसपेशियों आदि की चोटग्रस्त होने से सुरक्षा होती है, जबभी वस्तु से सम्पर्क टूटता है वस्तु की उड़ान पर इसमें कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।

उदाहरण:- शॉट पुट अथवा डिस्कस थ्रो या भाला फेंक की क्रिया में पैरों को उलटने से एथलीट का संतुलन तना रहता है, तथा वह रेखा के बाहर जाने के उल्लंघन को रोक पाता है। यदि वह उलट

Scanned with CamScanner

क्रिया नहीं करता तो एथलीट को बल प्रयोग जल्दी रोकना पड़ता है जिससे पूर्ण बल में कमी होती है। बल प्रयोग की दूरी कम हो जाती है।

3. पर्यावरणीय बल

1. बाह्य बलों से प्रतिरोध:- खेल में बहुधा जिन बलों से खिलाड़ी को संघर्ष करना पड़ता है वे हैं:-

1. गुरूत्व 2. घर्षण 3. वायु अवरोध 4. जल अवरोध

हम इन बलों का उपयोग अपने लाभ के लिए करते हैं कुछ समय हम इनके प्रभाव को न्यूनतम रखना चाहते है तथा कुछ में अधिकतम।

सैद्धान्तिक वर्ग नियम

वायु एवं जल अवरोध लगभग वेग के वर्ग के अनुसार परिवर्तित होते हैं, यदि गति करने वाली वस्तु के वेग में दुगुनी वृद्धि है, इसके विपरीत वायु या जल अवरोध में में चौगुनी वृद्धि होगी। इस नियम का दक्षता के लिए अधिकता से प्रयोग होता है, तीव्र गति की क्रियाओं में अधिक ऊर्जा व्यय होने का यह भी एक कारण है।

उदाहरण 1- एक तैराक जो 1.5 m/second की दर से पानी में भुजाओं से घर्षण करता है, इसी के अनुसार जल अवरोध का सामना करते हुए शरीर को आगे चलाता है। यदि घर्षण की दर में वृद्धि करके उसे 3 m/सेकेण्ड पर दिया जाये तो अवरोध 4 गुणा बढ़ जायेगा। परिणामस्वरूप प्रहार से प्राप्त प्रणोदी बल में भी चार गुना होगा।

उदाहरण 2- एक गेंद 15 m/सेकेण्ड की चाल से हवा में प्रक्षेपित की जाती है, तथा इसी में शरीर को आगे चलित करने में आवश्यक वायु अवरोध का सामना करती है, एक दूसरी गेंद जो इससे दुगुनी चाल से यानी 30 मी०/सेकेण्ड की दर से प्रक्षेपित की जाती है, इससे चार गुना मात्रा में वायु अवरोध का सामना करेगी जबकि दूसरी गेंद

Scanned with CamScanner

पहली गेंद से दुगुनी चाल से हाथ से छूटती है, वह दूरी से दुगुनी से कम दूरी तय करेगी क्योंकि वायु अवरोध पहली गेंद की अपेक्षा चार गुणा अधिक है।

अपकेन्द्रित बल का सिद्धान्त

अपकेन्द्रित बल वास्तव में न्यूटन के प्रथम नियम का ही प्रयोग है, इसका अनुभव केवल घूर्णन या वक्ररेखीय गति में ही होता है। वक्र पथ के स्थान पर वस्तु की सीधी रेखा में चलने की पद्धति का यह परिणाम होता है। बल द्वारा विपरीत क्रिया करने से जो प्रभाव होता है, यह अपकेन्द्रित बल के बराबर या अधिक होने पर वस्तु को वक्र पथ पर चलायमान रखने की प्रवृत्ति रखता है, तथा प्रतिरोध क्रिया करता है, यह प्रतिरोध क्रिया ही अभिकेन्द्रित बल है। मुक्त रूप से चलायमान वस्तु या शरीर जैसे कि तीव्र गति का धावक, धावन पथ की गोलाई या वक्र पर दौड़ते समय वेग में वृद्धि होने से अपकेन्द्रित बल में भी वृद्धि होती है। अतिरिक्त वजन का भार अपकेन्द्रित बल में वृद्धि करता है। वक्र पथ की क्रिया जितनी कम होगी समान वेग से दौड़ने पर उतना ही अधिक अभिकेन्द्रित बल होगा। अधिक अभिकेन्द्रित बल को प्रतिरोध के लिए अधिक अपकेन्द्रित बल की आवश्यकता होती है। मानव क्रियाओं में शरीर का झुकाव या झुके भूतल या दोनों अभिकेन्द्रित बल की प्रतिक्रिया करते हैं।

उदाहरण:- एक 200 मीटर दौड़ने वाला तीव्र गति का धावक गोलाई या वृत पर दौड़ते हुए वृत की दिशा में शरीर को झुकाता है, जितना अधिक तीव्र गति से धावक दौड़ता है या जितना कूदने में वक्र होगा उतना ही अधिक शरीर का झुकाव होगा।

4. बल के बिखराव या अवशोषण

कुछ क्रियाओं में बल के टकराव को अवशोषित करना बहुत महत्वपूर्ण होता है, जैसे ही चलायमान वस्तु अधिक भारी होती है, तथा अधिक चाल से चलती है, टकराव उतना ही तीव्र होता है, इसका तात्पर्य

Scanned with CamScanner

यह हुआ कि टकराव की निश्चयता चाल के मिश्रण से की जाती है। यदि चाल क्रमशः कम की जाती है, खिलाड़ी को चोट लगने के अवसरों में कमी होती है। इसीलिए ऊपर से गिरते समय अखाड़े में गिरते समय या किसी वस्तु को लपकते समय बल को बिखेरना आवश्यक हो जाता है। यदि चलित वस्तु भी चाल बहुत तेज होती है, तब तो इसका महत्व और बढ़ जाता है। सामान्यतः खिलाड़ी सभी प्रकार के घर्षण सहने वाली सन्धियों को विस्तारक की स्थिति में रखकर अपने आपको गिरने के टकराव के लिए तैयार करता है; ज्यों ही भूतल अखाड़ा आदि से सम्पर्क होता है, विस्तारक संधियों को जोड़ लिया जाता है, विस्तारक मांसपेशियों द्वारा प्रद्वत एक अन्य विपरीत बल के द्वारा पहले बल को क्रमशः कम करना चाहिए, संधियां मुड़ने के माध्यम से कार्य करती है, परन्तु प्रसारक मांसपेशियां अभिकेन्द्रितानुसार संकुचित होती हैं, तथा अपने संकुचन बलों में क्रमशः वृद्धि लाकर क्रिया पर नियंत्रण रखते हैं। इस प्रकार तहचलित वस्तु के दबाव को बिखरते है तथा बल को ग्रहण करते हैं। इसका पहला सिद्धान्त है।

प्रहार अवशोषित करना:- किसी भी प्रहार से प्राप्त बल को इसे अधिक समय तथा दूरी या क्षेत्र या दोनों में विभाजित कर कम किया जा सकता है। उदाहरणः कूदने की क्रिया में जब एथलीट अखाड़े में गिरता है, अवरोध सहने वाली संधियां मोड़ लेने से बल का विभाजन अधिक समय तथा दूरी में होता है। जमीन पर गिरने वाला व्यक्ति तथा भुजा शरीर के अधिक मांसल भागों पर टकराव को बांटने का प्रयास करता है। अधिक क्षेत्र में बल के विभाजन के परिणामस्वरूप प्रति वर्ग एक क्षेत्र में समतल लगता है।

दूसरा सिद्धान्त

संतुलन के साथ भूतल पर गिरना:-

सामान्यतः गुरूत्व केन्द्र को आलम्बित उत्तोलक के ऊपर रखना चाहिए जिससे कि प्रत्येक उत्तोलक अपना सर्वाधिक योगदान कर सके।

Scanned with CamScanner

मुड़ने की क्रिया होते समय प्रत्येक उत्तोलक को भार सहन करना चाहिए

उदाहरण:- जब जिम्नास्ट क्रिया के बाद उपकरण से उतरता है, उसे सीधी खड़ी स्थिति को बनाए रखते हुए गिराव को सहना चाहिए। गुरूत्व केन्द्र को आलम्ब के आधार के अन्दर होना चाहिए।

क्षैतिज से ऊर्ध्वाधर में संवेग स्थानान्तरण

उत्तोलकों द्वारा कुछ अवशोषण प्राप्त होने के पश्चात् शरीर के संवेग को ऊध्वाधर क्षैतिज में स्थानान्तर करने से दीर्घ समय तथा एक बृहत क्षेत्रीय तल पर बल में कमी हो सकती है।

उदाहरण के लिए एक चलती कार से गिरने या किसी तीव्र गति वाले वाहन से गिरने या बहुत ऊंचाई से गिरने से चोट से बचाव के लिए लुढ़कने की क्रिया अत्यन्त आवश्यक है। फुटबॉल प्रशिक्षक बहुदा खिलाड़ियों से कहते पाये जाते है कि Fall & Roll (गिरो और रूको) जिसका सरल अर्थ है कि बल को लम्बी समयावधि तथा विशाल तलीय क्षेत्र पर ग्रहण करें।

वस्तु को लपकना

किसी भी वस्तु को लपकने में अपनाया जाने वाला बल बहुधा समान ही होता है, (1) शरीर का अंग जैसे कि अंगुलियां प्रारंभिक सम्पर्क करती है। (2) नियंत्रित मोड़ने के माध्यम से संधियों को चलायमान करने के अकेन्द्रित मांसपेशी संकुचन के द्वारा वस्तु के वेग को बिखेर देती है। (3) वेग को कम करते हुए शरीर के अंग जैसे अंगुलियां तथा भुजा वस्तु की सुरक्षित पकड़ कर लेते हैं, उदाहरण: बास्केटबॉल खेल में गेंद यदि प्राप्त करने वाले खिलाड़ी के कन्धे के ऊपर जाती है, तो इसके लिए जो झुलान की क्रिया होती है, उसमें कंधे को इसी कलाई तथा अंगुलियों को मोड़ने वाली मांसपेशियों का उपयोग होता है, जो कि गेंद की चलस्थिति को बिखेरने के लिए उपकेन्द्रित संकुचन में कार्य करती है। वह क्रिया बहुधा लपकने की क्रिया के विपरीत होती है, तथा इसके विपरीत मांसपेशियों का उपयोग होता है,

Scanned with CamScanner

परन्तु सिद्धान्त यहीं लागू होता है, क्योंकि इसमें भी लपकने के लिए अंगुलियां, कलाई तथा कोहनी के मोड़ से मांसपेशियों का उपयोग होता है, परन्तु सिद्धान्त यहीं लागू होता है, क्योंकि इसमें भी लपकने के लिए अंगुलियां, कलाई तथा कोहनी के मोड़ से मांसपेशियों की सकेन्द्रित क्रिया के उपयोग से गेंद को सुरक्षित लपक लेते हैं।

बल का आवेग:- किसी वस्तु में वेग परिवर्तन दो तरह से किया जा सकता है। 1. वस्तु पर एक बड़े परिणाम का बल चौड़े समयान्तर के लिए लगाकर।

2. एक छोटे परिणाम का बल अधिक समयान्तर के लिए लगाकर।

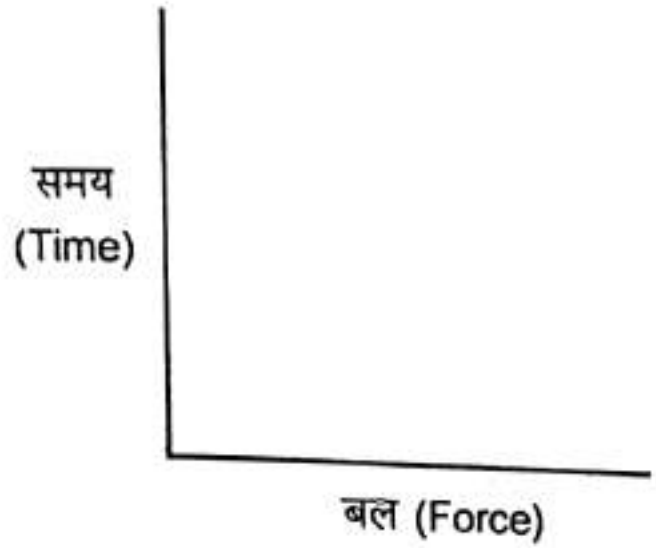
इस प्रकार वस्तु में उत्पन्न वेग परिवर्तन उस पर लगाए गये बल तथा समयान्तर के गुणनफल पर निर्भर करता है। जब कभी अधिक परिणाम का नियत बल किसी वस्तु पर अल्प समयान्तर के लिए लगता है, जैसे बल्ले या हॉकी से गेंद को मारना तो बल तथा समयान्तर को बल आवेग कहते है। यदि किसी वस्तु पर एक नियत बल F को समयान्तर T के लिए लगाया जाये तो इस बल का आवेग

$$= F \times \Delta t \text{ होगा}$$

ओवग एक सदिश राशि है, इसकी दिशा नहीं होती है जो बल की होती है। आवेग का मात्रक Nuton/second है। बल का आवेग संवेग में परिवर्तन के बात होता है।

जब किसी वस्तु पर बल बहुत अल्प समय के लिए लगता है, या परिवर्ती बल कुछ अधिक समय तक लगता है, तब एक निश्चित समयान्तर में बल आवेग अथवा संवेग में परिवर्तन गत करने के लिए उस वस्तु पर लगने वाले बल को Y अक्ष व संगत समियों को X अक्ष पर लेकर एक ग्राफ (Graph) खींचते है।

Scanned with CamScanner



इस ग्राफ को बल-समय ग्राफ कहते है। इस ग्राफ पर वक्र तथा समय अक्ष के बीच घिरा क्षेत्रफल उस समयान्तर में बल के आवेग के बराबर होता है। दैनिक जीवन में ऐसे अनेक उदाहरण है, जहां कि किसी वस्तु को आवेग देने के लिए एक बड़े परिणाम के बल को बहुत अल्प समयान्तर के लिए लगाया जाता है। उदाहरण के लिए बैट के द्वारा क्रिकेट की गेंद पर प्रहारक गेंद को दूर भेजना। रैकेट द्वारा टेनिस गेंद को दूसरे के पाले में भेजना। क्रिकेट के खेल में गेंद पकड़ते समय खिलाड़ी हाथ पीछे खींच लेता है। तो गेंद का अंतिम संवेग शून्य हो जाता है।

बल का परिणाम एवं मात्रक

हम यह भली भांति जानते है कि द्रव्यमान X त्वरण के फलस्वरूप बल का मान प्राप्त होता है। इससे यह स्पष्ट है कि किसी बल के परिणाम का माप बल को किसी वस्तु पर लगाकर उसमें द्रव्यमान उत्पन्न त्वरण तथा वस्तु के द्रव्यमान के गुणनफल से की जाती है। जिस दिशा में वस्तु में त्वरण उत्पन्न होता है वहां बल की दिशा नहीं होगी।

मानक पद्धति में बल का मात्रक न्यूटन है जिसे N द्वारा दर्शाया जात है। यह उस बल के बराबर है जो 1 kg के द्रव्यमान के पिण्ड पर लगने पर उसमें 1m/second का त्वरण उत्पन्न कर दें। C.G.S. पद्धति में बल का मात्रक डाइन है।

Scanned with CamScanner

1 Nuton = 1 kg × 1m/second^2

= 10^3 gram × 10^2 cm

= 10^5 gram cm/second^2

= 10^5 डाइन।

जैसा कि ऊपर दर्शाया गया है, जल का मात्रक Newton है। एक N का बल वह बल है जो 1 kg बल में 1 m/second^2 का त्वरण उत्पादित करता है या फिर इसे इस तरह से भी कहा जा सकता है कि 1 kg द्रव्यमान पर 1 Newton बल के प्रयोग से 1 m/s^2 का त्वरण होगा। 'यदि M द्रव्यमान की वस्तु को पृथ्वी के गुरूत्वाकर्षण क्षेत्र में स्वतंत्रतापूर्वक गिरने दिया जाये तो उसका त्वरण g होगा। g को "गुरूत्व जनित त्वरण" या "गुरूत्वी त्वरण" कहते है।

g का मान M.K.S. पद्धति में 9.3 m सेकेण्ड^2 है।

न्यूटन के द्वितीय नियम के अनुसार वस्तु पर पृथ्वीकरण लगाया गया आकर्षण बल W = mg होगा। लेकिन जिस बल से पृथ्वी किसी वस्तु को अपनी ओर आकर्षित करती है उस बल को वस्तु का भार या Weight कहते है।

दबाव

दबाव की यह अब धारणा विशेष रूप से, खेलों सुरक्षा त्थ्यों के लिए महत्वपूर्ण होती है। प्रदर्शन इसे कई बार बल को फैलाने में सहायक मानते हैं जिससे उनका शरीर बड़े क्षेत्र में फैले जिससे उन्हें घूर्णित प्रतिक्रिया करने में तब आसानी हो जैसे ही वे जमीन के सम्पर्क में आए।

ऊँची कूद के खिलाड़ी और पोल बोल्चर इसी प्रकार बल का फैलाव करते हैं जब वे सॉफ्ट लैडिंग पैर पर उतरते हैं। पीठ के बल लैडिंग तब मुश्किल ही दिखाई पड़ती है। इसके अलावा, खिलाड़ी इन खेलों में साधारणत: प्रयास करते हैं कि वे पैरों के बल लैंड करें

Scanned with CamScanner

तथा यदि वे शरीर के दूसरे भागों से उतरते हैं तो झटके से बचाव के लिए, कुशन पर उतरे। जूडो में एक्सपोनेंट दूसरा समूह है जो अधिक क्षेत्र में बल फैलाव की अवधारणा का प्राथमिक व आधारभूत महत्व है। यही आधारभूत सुरक्षा कवच है। ऐसा कवच जो बल को फैलाने में सहायक होता है जब कि समान धारणा का प्रयोग फुटबॉल और मोटरसाइकिल में हेलमेट सुरक्षा, बेसबॉल, क्रिकेट और मुक्केबाजी में ग्लोवस तथा ऐसे ही दूसरे उपकरणों का प्रयोग फुटबॉल (विभिन्न जोड़ो के पैर, बेसबॉल (चेहरे का मास्क, चेस्ट प्रोटैक्टर्स आदि) तथा दूसरे खेलों में होता है।

बल का पारिक्रमिक प्रभाव

सीसा में बल का घुमावदार प्रभाव होता है और जितना ज्यादा उसका सहयोगी हल्का होगा वह उतना है केन्द्र से दूर होगा और उसे वैसे संतुलन बनाए रखने के लिए बैठना होगा। यह संवेग के विषय में बल के वक्रीय प्रभाव को परिभाषित करने में सहायक होगा जो कि बल तथा लम्बीय दूरी या उत्पाद है जो इसकी क्रिया रेखा से होती है। यदि वस्तु की कोई निश्चित धूरी नहीं होती तो उसका गुरूत्वाकर्षण केन्द्र उसकी धूरी के रूप में कार्य करेगा। इसलिए यदि एक फुटबॉल को हल्का धक्का दिया जए तो दो काल्पनिक बलों F_2 तथा F_3 के द्वारा जो F_1 के परिणाम के समान है जो फुटबॉल के गुरुत्वाकर्षण केन्द्र की धूरी पर स्थित है, हम देखेंगे कि F_1 तथा F_2 कोई परिमाण उत्पन्न करेंगे।

$$G_1 = F_1 x,$$

जो गेन्द को घुमायेंगे जब F_3 गेन्द को घुमाएगा। इन दो काल्पनिक बलों का होना परिस्थिति में बदलाव नहीं लाएगा क्योंकि इसका परिणाम शून्य होगा।

ये विचार सम्भावित रूप से, किसी विशेष मानव गतिविधि की स्थिति में प्रयोग द्वारा अच्छी प्रकार समझे जा सकते हैं जैसे स्प्रिंटर

Scanned with CamScanner

धावक में।

बल तथा चक्रीय गति

यदि सटी की गेंद नीचे फेंकी जाए तो वह एक सीधे पथ पर जाएगी। यह साधारण प्रयोग चक्रीय गति के विषय में महत्वपूर्ण बिन्दु स्पष्ट करेगा- एक वृत्त में गति करने के लिए किसी वस्तु को बल द्वारा अंदर की ओर धक्का दिया जाना आवश्यक है। ऐसे बल अभिकेन्द्रिय बल कहलाते हैं।

अप्रत्यक्ष परिमापण

बल मापन की सभी अप्रत्यक्ष पद्धतियाँ एक गतिविधि मे सम्मिलित है जो वेग समय आय से व्तनण समय ग्रफ प्राप्त करने मे विश्वास रखती है। तथा तब इसमें न्यूटन का नियम बल को मापने के लिए प्रयोग किया जाता है।

$$F = ma$$

जहाँ तक स्पीटिंग दौड़ का प्रश्न है परिमापण के लिए टिकट टेप पद्धति, जो केवल कुल मापे गए बल के क्षैतिजीय घटक के लिए उचित है।

इसी प्रकार का अप्रत्यक्ष मूल्यांकन जो वेग समय ग्राफ से किया जाता है, स्टोरेस्कोपिक फोटो ग्राफ पर किया जा सकता है। उदाहरण के लिए टेनिस सर्व और गोल्फ ड्राइव के स्टोरोस्क्पाकेपक फोटोग्राफ को वेग समय ग्राफ से जिसमें से कुल त्वनण बल रैकेट पर कार्य रहा है। सिने फिल्म मूल्यांकन बल समय ग्रफ पर पहुँच सकता है परन्तु सर्वोच्च तथा ठीक अवस्था में पहुँचने के लिए ध्यान देना आवश्यक है।

इस प्रकार के मूल्यांकन में गुरुत्वाकर्षण केन्द्र की गतिशोधाकर्ता की रुचि का केन्द्र होगा क्योंकि यह परिमापक जो कि अध्ययन बिन्दु के रूप में कार्य करता है और त्वरण को परिवर्तित करेगा। साथ ही

Scanned with CamScanner

साथ पैदा होने वाले चक्रीय त्वरण को भी परिवर्तित करेगा। गुरूत्वाकर्षण केन्द्र के अनुमान लगाने की पद्धतियों को हम अगले पाठ में वर्णित करेंगे जो कि विशेषकर मानव शरीर के गुरूत्वाकर्षण केन्द्र से जुड़ी है।

यांत्रिक सिद्धांतों का विश्लेषण

यांत्रिक सिद्धांतों के विश्लेषण का अर्थ है कि क्रीड़ा क्षेत्र में खेल की स्थिति में मानव-हलचलों के वैज्ञानिक सिद्धांतों को अध्ययन करना है। इसका उद्देश्य है कि कम स कम ऊर्जा का उपयोग करते हुए अधिक से अधिक कार्य करने की क्षमता होनी चाहिए।

आजकल ऊर्जा को काफी महत्व दिया जा रहा है मशीनों में मानव में यह प्रवृत्ति बनी हुई कि कम से कम खर्चा करके अधिक से अधिक लाभ लिया जा सकें। उच्च स्तर की स्पर्धाओं में आज खिलाड़ी श्रेष्ठ प्रदर्शन करके नए-नए कीर्तिमान स्थापित कर रहे है।

इस क्षेत्र में कौशल्यों के विकास हेतु दिन-प्रति दिन अनुसांधन हो रहे है।

यांत्रिक सिद्धांतों का वर्णन अथवा विश्लेषण निम्न तरीकों से भी कर सकते है।

1. वैज्ञानिक आधारों पर विश्लेषण।
2. योग्य हलचलों की विधियों का चुनाव।
3. नई तकनीकों का विकास
4. नई पद्धतियों का विकास
5. खेल के कौशल्यों का अनुसंधान।
9. स्पर्धा के लिए खिलाड़ियों को तैयार करते समय विश्लेषण।
7. खेलों में चोटों से सुरक्षा।
9. स्पर्धा के लिए खिलाड़ियों को तैयार करते समय विश्लेषण।
8. खिलाड़ियों के हित के लिए विश्लेषण।

Scanned with CamScanner

मापन की इकाईयाँ

1. महत्व
2. मूलभूत एवं व्युत्पन्न
3. सदिश एवं आदेश राशियां
4. सदिश राशियों का योग एवं नियोजन

इकाईयों का महत्व एवं विशेषताएँ

प्राचीन काल में जिस समय खेलों को स्पर्धा का स्वरूप दिया गया होगा। उसी काल से श्रेष्ठ प्रदर्शन/दक्षता को प्रमाणित करने के लिये इकाईयां/मानकों का उपयोग किया गया होगा। आरंभ में प्रयुक्त की गई इकाईयां अपरिष्कृत और अपूर्ण और मानवीय दोषों से परिपूर्ण रही होगी। परंतु विज्ञान के आविष्कारों और उनके नियम/ अनुसंधानों के दैनिक जीवन में अविकाधिक उपयोग किये जाने से खेलों में अधिक सक्षम्, त्रुटि विहीन और संटीक मात्राओं का उपयोग किया जाने लगा है जिसके द्वारा खिलाड़ियों के कौशल्य प्रदर्शनों को अधिक विश्वसनीय और श्रेष्ठता का सफल निष्पक्ष किया जाने लगा। मानकों एवं इकाईयों का उपयोग खेलों में विज्ञान के उपयोग का पहला उदाहरण/अवसर/अवस्था रही होगी बाद में खेलों में व्यावसायिकता, स्पॉन्सरशिप, राष्ट्रीयता आदि के प्रवेश से खेलों में अधिकाधिक विज्ञान समेत तकनीक अपनाने को प्रेरित किया। आजकल खेलों में भौतिकशास्त्र का उपयोग खेल गतिविधियों कौशल्य का समझने में अधिकाधिक किया जा रहा है।

वैसे "क्रीड़ा-जगत" ऐसा क्षेत्र है जिसमें विज्ञान की हर प्रमुख शाखा का कुछ न कुछ उपयोग अवश्य है। जैसे फिजिक्स और बायोलॉजी के मिले जुले स्वरूप से उत्पन्न जब भौतिकी शारीरिक गतिविधियों से सम्बन्धित एक अन्य विधि विषय काइनेसियोलॉजी की व्युत्पति भौतिक शास्त्र से ही हुई है। भौतिक शास्त्र विज्ञान की वह शाखा है जिसमें द्रव्य और ऊर्जा के परस्पर संबंध/आदान-प्रदन का अध्ययन किया जाता है। कार्य करने की क्षमता को ही ऊर्जा कहते है यह कार्य खेल कौशल्य का श्रेष्ठ प्रदर्शन क्यों न हो। खेल कौशल्य में जहाँ एक और शारीरिक क्षमता का समावेश होता है।

Scanned with CamScanner

वहीं दूसरी और मानसिक दक्षता एवं मानसिक ऊर्जा का भी समावेश रहता है। शारीरिक प्रदर्शन की श्रेष्ठता का मापना भौतिक शास्त्र में प्रासंगिक इकाईयों द्वारा होता है। जब मानसिक तत्तपरता और शारीरिक दक्षता का समुचित सांमजस्य होता है तब एक खिलाड़ी द्वारा श्रेष्ठ प्रदर्शन बन पाता है। स्थान व अवकाश घेरने वाले पदार्थ को तो हम ज्ञानेद्रियों द्वारा अनुभव कर उसका मापन कर लेते है परन्तु ऊर्जा के पक्ष का उचित मूल्यांकन नहीं कर पाते क्यों कि ऊर्जा में न तो भार होता है और न ही स्थान घेरती है और न ही इसे ज्ञानेंद्रियों द्वारा अनुभव कर सकते है। यद्यपि आइंस्टीन न द्रव्य और ऊर्जा के सम्बन्ध को आपने सापेक्षवाद के समीकरण द्वारा स्पष्ट करने का प्रयत्न किया उसके अनुसार $E = mc^2$ परन्तु यह बाहरी भौतिक द्रव्यों के ऊर्जा में रूपातर तक ही सीमित है शारीरिक ऊर्जा का कार्य में रूपांतरण का मापन कैसे किया जाये? यह अब तक पूर्ण रूपैण संभव नहीं हो पाया है। प्रत्यक्ष भौतिक राशियों के परिणात्मक ज्ञान के लिय भौतिक शास्त्र की इकाईयों का उपयोग किया जाता है।

1. इकाई जिसमें भौतिक राशि का परिमाण मापा गया है।

2. वह संख्या जा दर्शाती है कि मूल इकाई की पुर्नरावृत्ति कितनी बार हुई है। अर्थात् मापन के लिये सर्वप्रथम एक मापक की आवश्यकता होती है।

उदाहरण के लिये 1 किलोग्राम वह संख्या है जिसमें 1 ग्राम की पुनरावृत्ति 1000 बार होती है मात्रक जितना छोटा होता है संख्यात्मक मान उतना की बड़ा होता है। इसके अतिरिक्त किसी भौतिक राशि के लिये प्रयुक्त किये जाने वाली इकाई में निम्न विशेषतायें होनी चाहिए।

1. ईकाई के सम्पूर्ण परिपेक्ष्य को परिभाषित किया जा सकें।

2. मात्रक आकार या परास न अधिक बड़ी हो और न अधिक छोटी हो।

3. मात्रक के परिणाम पर समय परिस्थिति दाब और ताप का प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए।

4. मात्रक का रूपांतरण या अन्य पद्धति के मात्रकों से सरलता पूर्वक संबधित किया जा सकें।

Scanned with CamScanner

5. उसे आसानी से पुनरोत्पादित किया जा सके।

मूलभूत एवं व्युत्पन्न इकाईयां

तीन भौतिक राशियां जैसे 1. लम्बाई 2. द्रव्यमान 3. समय ऐसी भौतिक राशियां है जो पूर्णय एक दूसरे से मुक्त है। इसलिये इन्हें मूल मात्रक कहते है। इनके द्वारा हम अन्य भौतिक राशियों के मापन के लिये इकाई बना सकते है। अर्थात ऐसी इकाई/मात्रक जो किसी अन्य मात्रक पर निर्भर नहीं करता या जिसे अन्य भौतिक राशि की ईकाई में बदला या उससे संबधित नहीं किया जा सकता है उसे मूल मात्रक कहते है।

व्युत्पन्न इकाईयां

ऐसी इकाईयां जिन्हे दो या अधिक मूलभूत इकाईयों के द्वारा किया जाता है। बनायी जाती है उन्हें व्युत्पन्न इकाई कहा जाता है।

उदाहरणार्थ – वेग: किसी पिंड के विस्थापन की दर को उस पिंड का वेग् कहते है।

$$\text{वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}}$$

अर्थात् तय की गई दूी के मात्रक में समय के मात्रक से भाग देने पर पिंड कावेग निकाला जाता है। वेग विस्थापन (तय की गई दूरी) और समय का अनुपात है। इसलिये वेग दर्शाने के लिय विस्थापन के मात्रक और समय के मात्रक दोनों का ही उपयोग करना पड़ेगा। जैसे रेलगाड़ी का वेग "80 किलोमीटर प्रति घंटा है अर्थात् एक घंटे में रेल द्वारा 80 किलोमीटर की दूरी तय की वेग की इकाई "किलोमीटर/घंटा" विस्थापन की ईकाई "किलोमीटर और समय की इकाई "घंटा" के संयुक्तीकरण से बनी है। अत: वेग की इकाई "किलोमीटर प्रति घंटा" व्युत्पन्न इकाई मानी जायेगी। वेग की तरह अन्य भौतिक राशियां जैसे क्षेत्रफल, आयतन, घनत्व, चाल, त्वरण बल, कार्य,ऊर्जा, संवेग आघूर्ण आदि के मात्रक इकाई व्युत्पन्न मात्रक या इकाई होते है।

Scanned with CamScanner

10

उत्तोलक–अर्थ, परिभाषा, प्रकार तथा इनका मानव शरीर में भूमिका

(Lever – Meaning, Definition, Types and Its Application to Human Body)

"प्रतिरोध के विरूद्ध कार्य करने के लिए सख्त छड़ का इस्तेमाल किया जाता है, जिसे हम उत्तोलक कहते है।"

साधारण भाषा में Lever एक साधारण मशीन होती है जो किसी कार्य करने या गति करने में सहायक होती है और वह मशीन किसी धूरी पर घूमती है।

उदाहरण - पंखा एक विधुतीय मशीन है जिसमें वह Ball Bearing की मदद से घूमता है वह उसका Axis Point होता है और पंखे का भार या Resistance का कार्य करता है जिसको घूमने के लिए विद्युतीय बल (Force) का कार्य करता है।

जैव यांत्रिकी विज्ञान में Lever एक छड़ या ड़ण्ड़े के समान होता है जो एक स्थिर बिन्दु के चारों ओर घूमता है हमारे शरीर में Lever की मदद से गति होती है जिसमें जोड़ Joint-Axis या Fulcrum का कार्य करती है शरीर के अंग का भार (Weight) प्रतिरोध का कार्य करता है और बल (Force) लगाने का कार्य मांसपेशियां करती है।

नोट: "मानव शरीर में जितने भी Movement होते है वह सब Lever के द्वारा ही होते हैं इसलिए हमारा शरीर एक लीवर के रूप में कार्य करता है।"

एक Lever में दो प्रकार की भुजा कार्य करती है पहली भार भुजा

Scanned with CamScanner

तथा दूसरी बल भुजा। बल भुजा- धुरी तथा बल बिन्दु के बीच की दूरी को कहते है। भार भुजा धुरी तथा भार बिन्दु के बीच की दूरी को कहते है।

उत्तोलक के प्रकार
(TYPES OF LEVER)

मानव शरीर में तीन प्रकार के लीवर पाए जाते है जो निम्नलिखित है:-

(i) Ist Class Lever

इस लीवर को संतुलन का लीवर कहा जाता है इसमें फलक्रम (Axis), प्रतिरोध (Resistance) व बल (Force) के मध्य में होता है।

आम जीवन में Ist Class Lever के उदाहरण निम्न है :-

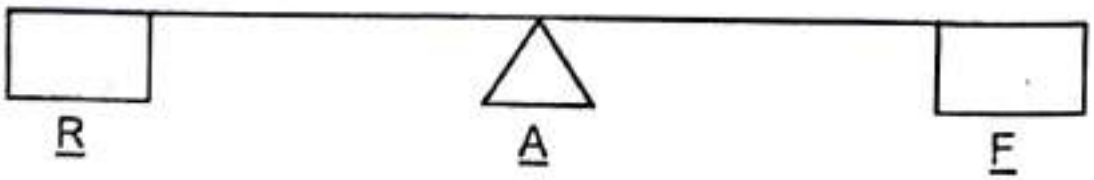
बच्चों का झूला (Seasaw), कैंची, प्लास आदि

मानव शरीर में इसका उदाहरण

(1) Extension of Forearm - इसमें Elbow Joint Axis, Tricep Muscle बल का तथा Forearm - प्रतिरोध का कार्य करते है।

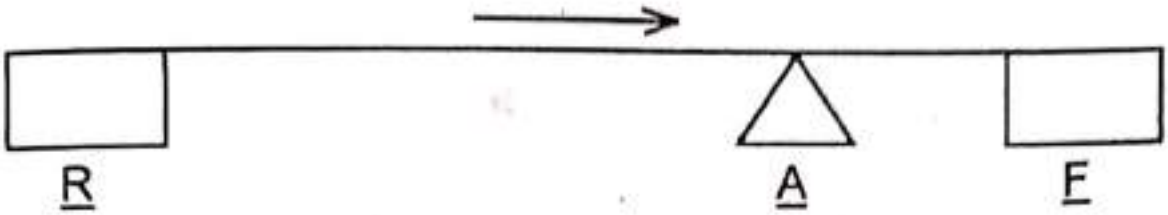
(2) Ankle Flexion - इसमें Ankle Joint - Axis, Tibalis Muscle Force तथा पैर के पंजे प्रतिरोध का कार्य करते है।

अगर First Class Lever का प्रयोग सही संतुलन के लिये किये जाना हो तो Axis बल और प्रतिरोध के बीचोबीच में होगा।

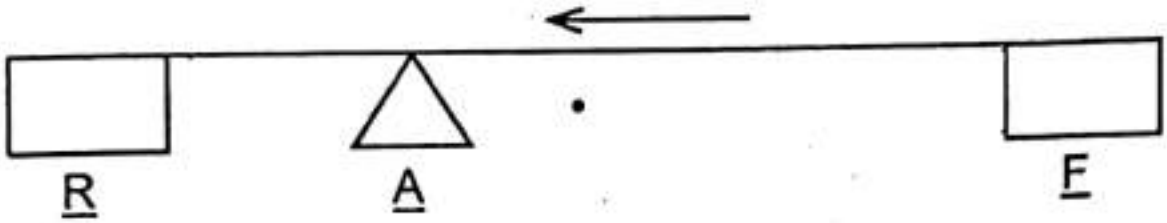


अगर पहले लीवर का प्रयोग कर गति बढ़ानी है तो Axis बल की तरफ खिसकाया जायेगा।

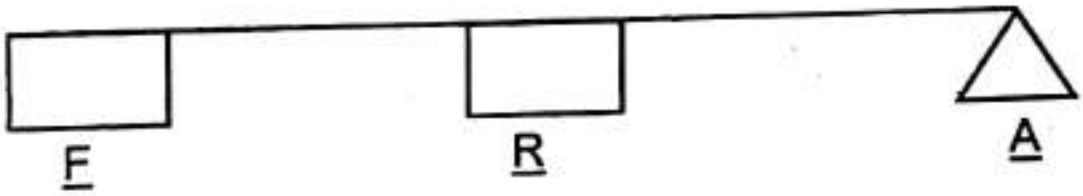
Scanned with CamScanner



अगर पहले लीवर में बल की आवश्यकता हो तो Axis Resistance की तरफ खिसक जाएगा।



IInd Class Lever - इस लीवर में प्रतिरोध, बल और Axis के मध्य में होता है इस लीवर को बल को लीवर कहा जाता है।



आम जीवन में इसके उदाहरण - (1) सुपारी काटने वाला सरोता

(2) कूड़ा उठाने वाली मशीन

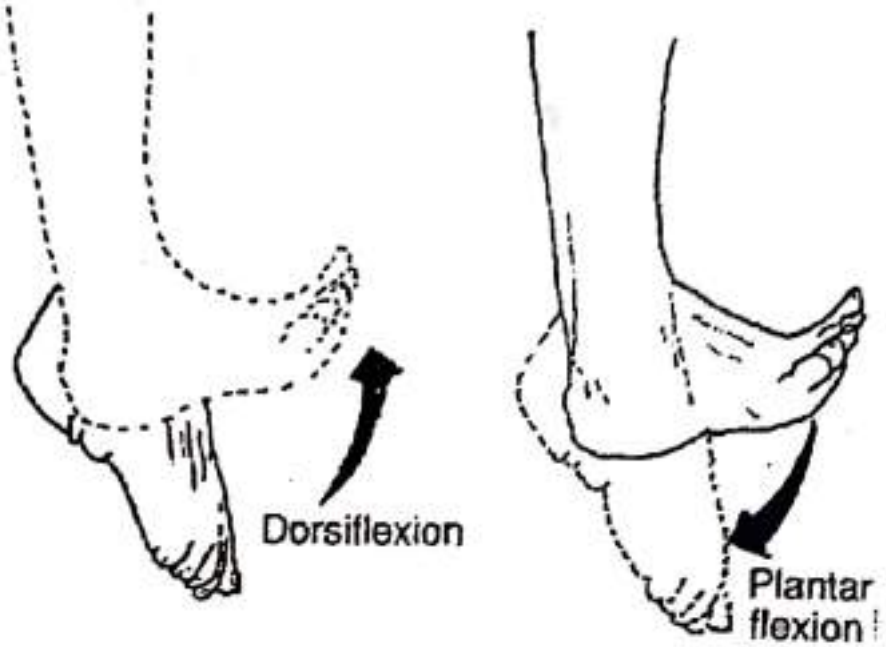
(3) नीबू निचौंडने वाली मशीन

(4) कागज में सुराग करने वाली मशीन आदि।

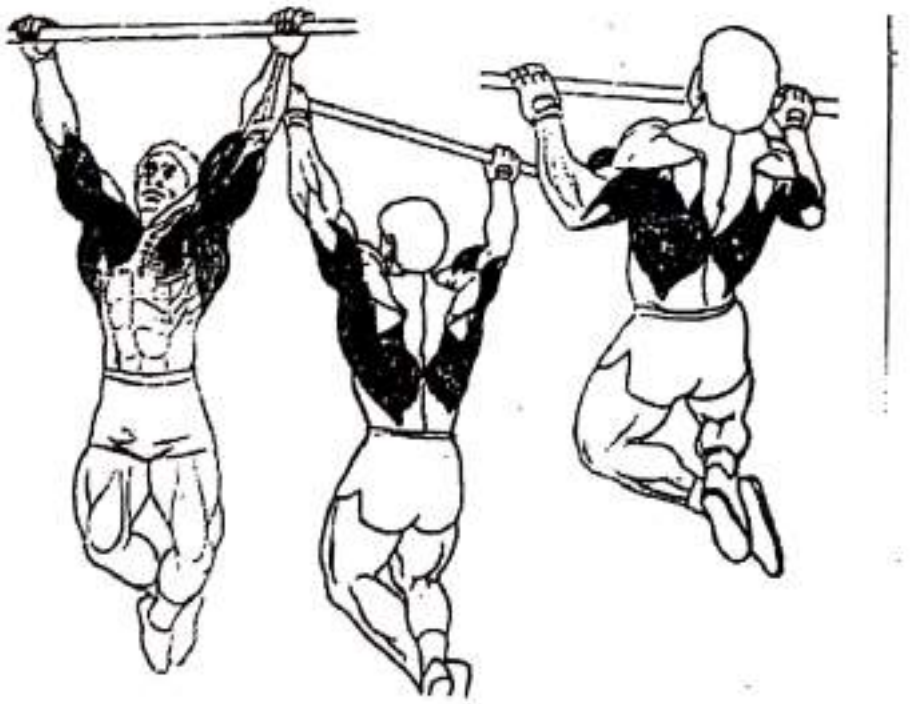
मानव शरीर में इसका उदाहरण -

(1) Plantar Flexion – इसमें टखने का जोड़ Axis पंजे के पास की मांसपेशी बल तथा ऐड़ी प्रतिरोध का कार्य करते हैं।

Scanned with CamScanner

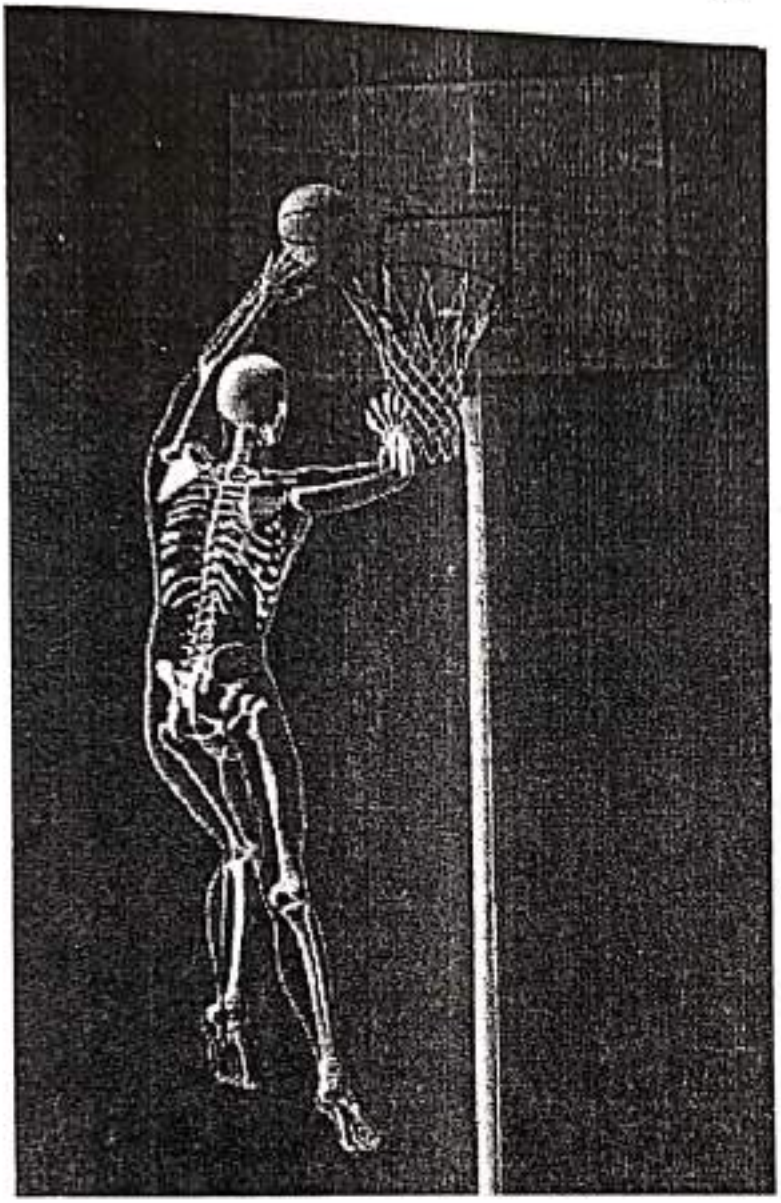


(2) डिप्स या पुश अप लगाने की स्थिति



(3) बास्केटबॉल और वॉलीबाल में पंजे से जम्प लेना, जिसमें Phallangeal जोड़ Axis ऐड़ी Resistance तथा Calf Muscle-Force का कार्य करता है।

Scanned with CamScanner



IIIrd Class Lever – इस लीवर में बल, Axis और Resistance के मध्य में होता है इस लीवर को गति का लीवर कहते है।

आम जीवन में इसके उदाहरण – नाव चलाना, बेलचे से मिट्टी उठाना

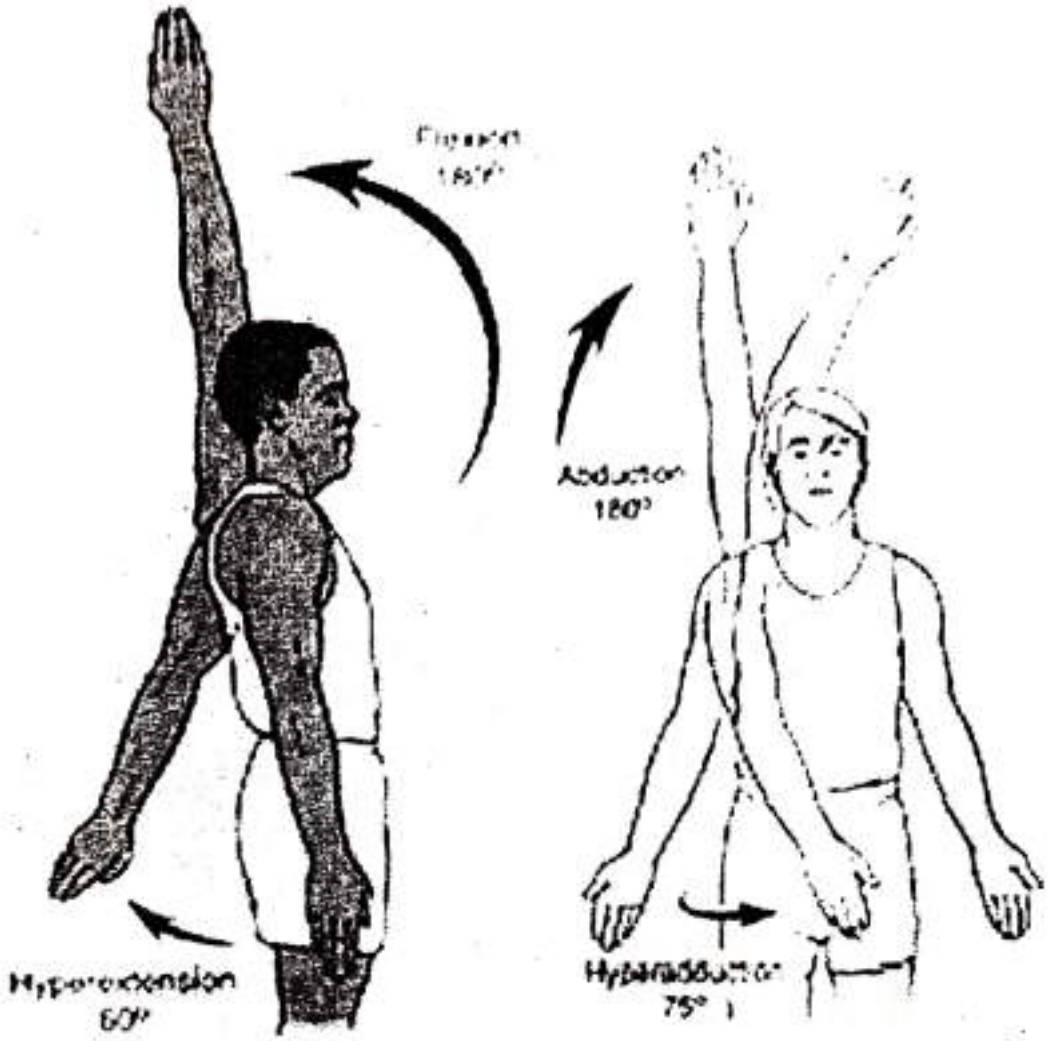
मानव शरीर में इसका उदाहरण

(i) Arm Flexion – फलक्रम (a) - (Elbow) कोहनी का जोड़, अग्र हाथ प्रतिरोध तथा Radials Tuberoicity मांसपेशी बल लगाने का कार्य करते हैं।

Force (F) - Radial Tuberoicity

R - For Arm

Scanned with CamScanner



(ii) Thigh Flexion

उत्तोलन दण्ड की कृतियाँ

कंकाल की मांसपेशियां दूसरी हड्डियों के जोड़ों के आधार पर हड्डियों की गतिविधियों का कार्य करती है यह हड्डियां दंड विभिन्न कोणों से मांसपेशिय खिंचाव से प्रभावित होते है, आस-पास के तंतुओं से, तथा अन्य बलों जैसे गुरूत्वाकर्षण वातावरणीय दबाव तथा गति आदि से भी प्रभावित होते हैं। शारीरिक गतिविधियों के विद्यार्थियों के उत्तोलन दण्ड के सिद्धान्तों का अच्छी प्रकार से अधययन करना चाहिए क्योंकि यह मानव के यान्त्रिकीय आधारों को निर्धारित करते हैं।

एक साधाारण उत्तोलन दण्ड में कम या अधिक एक धड़ जैसी वस्तु होती है जो एक स्थिर बिन्दु से कार्य करती है-आधार। उत्तोलन दण्ड को

Scanned with CamScanner

चलाने वाली कृतियां भार से रूकती है। उत्तोलन दण्ड का चरित्र तथा प्रभाव आधार, शक्ति तथा भार से सम्बन्ध द्वारा निर्धारित होता है। इन तत्वों का मुख्य तीन रूप से प्रबन्ध किया जा सकता है-

– उत्तोलन दण्ड के पहले क्रम में आधार मध्य में होता है, क्योंकि जब त्रिशिरिस्का अग्रिम भुजा को प्रतिरोध के आगे फैलाती है।

– दूसरे क्रम में भार मध्य में होता है, जैसे ही पेण्डुरी की मांसपेशियां एड़ी को उठाता है।

– तीसरे क्रम में शक्ति मध्य में होती है, जब द्विशिरिस्का अग्रिम भुजा को मोड़ती है।

हड्डियों के उत्तोलन दण्ड या तो गति या सीमा को बढ़ाते है या मांसपेशिय कृतियों के। मानव शरीर में सभी उत्तोलन दण्ड दूसरे तथा तीसरे क्रम के होते है तथा इस प्रकार प्रबन्धित होते हैं कि मांसपेशिय कृतियों की गति तथा सीमा बंट सके। इस कार्य में शारीरिक उत्तोलन दण्डों की कुशलता, आधार तथा मांसपेशिय जोड़ों की दूरी तथा मांसपेशिय खिंचाव की दिशा पर निर्भर करती है। जितनी एक मांसपेशिय मोड़ आधार के निकट होगा उतना अधिक तेज तथा अधिक सीमा की मांसपेशियां इसी सिद्धान्त के आधार पर प्रबन्धित होती है इसीलिए लम्बी हड्डियों को चलाने वाली मांसपेशियां सामान्यतः हड्डियों के सिरों पर पाईं जाती हैं। इस सिद्धान्त के दो ध्यान देने योग्य अपवाद है समचतुर्भुज आकार तथा त्रिकोणिय आकार की हड्डियां। ट्रैपिजियस का अक्टीपिल भाग, जो आक्टीपिल के आधार से आता है, वह गर्दन की मांसपेशी के बाहरी भाग में अन्दर जाता है तथा कंधे के बाहरी भाग में जाता है।

अन्य मांसपेशियों की तरह न होकर यह ऊपरी भाग के भार को ऊपर ही रोकते हुए सीधा भार उठाती हैं गर्दन की मांसपेशी कंधे की करधनी तथा धड़ के मध्य केवल एक हड्डियों के ढाचें की तरह रहता है। इसी कारण, एक औसत व्यस्क में आक्टीपिल मांसपेशी की बाहरी मांसपेशिय

Scanned with CamScanner

तंतुमय मांसपेशी में बदल जाती है। यह झुक (गोल) कंधे वाले व्यक्तियों में स्पष्ट होती है तथा इस प्रकार आसनीय बीमारी की चिकित्सा में इसका विशेष ध्यान रखना चाहिए। त्रिकोणिय मांसपेशी एक भार-वाहक मांसपेशी होती है जब भुजा को हटाया जाता है तथा यह गोल हड्डी में लगभग मध्य में लगी होती है।

सामान्यत: भार उठाने वाली मांसपेशियों के जोड़ बड़े तथा फैले हुए होते है जो कि क्वाडाराट्स (Quadratus) लम्बोरम (Lumboram) तथा सीधी रीढ़ से स्पष्ट होती है। यह प्रबन्धन संभवत: सीधा भार उठाने वाली मांसपेशियों में अत्यधिक दबाव के खतरे को कम करती हैं। घुटने की मांसपेशी भी इसी प्रकार होती है। यह हर घटना में देखा जा सकता है कि जब भी यह मांसपेशी या इसका तंतु दबाव में होता है तो इसके जोड़ के आस-पास एक ऐंठन आ जाती है। सामान्यत: एड़ी के पास की त्वचा लचीली होती है तथा हड्डी के ऊपर आ जा सकती है परन्तु दोनों ओर बढ़ने की प्रवृत्ति होती है तथा पीछे की ओर भी जा सकती है (विशेषत: अधिक भार वाले व्यक्तियों में) जो अधिकतर खड़े रहते हैं। यह सामान्यत: घुटने के स्नायु में लचकता की कमी के कारण होता है।

शरीर के अन्य भागों ऐसी स्थिति सम्बन्धित मांसपेशियों की सिकुड़न को रोकती हैं, परन्तु इस मामले में घुटने या पेण्डुरी की मांसपेशियां अपने ऊपर पड़ने वाले दबाव का प्रतिघात करती है ताकि टांगों तथा शरीर को क्षति से बचा सके। कई मामलों में, एड़ी के पास की त्वचा में गहराई तक दबाव पड़ता है जब पेण्डुरी की मांसपेशियां अचानक शक्तिशाली रूप से सिकुड़ती हैं। अन्य मामलों में दबाव की अधिकता के कारण तंतुओं के फटने का भय होता है या मांसपेशी के जोड़ की क्षति का भय होता है। यह स्थिति मैलकनीलन इक्जोटिस में सामान्यत: अधिक पाई जाती है। जबकि त्वचा में लचकता की कमी पेण्डुरी में आसनीय प्रतिघातों को पूर्णतया नहीं रोकती। यह स्थिति पैर के प्रहार को कूदने या दौड़ने जैसी गतिविधियों में रोकती है।

Scanned with CamScanner

लम्बी नुकीली द्विशिरिस्का मांसपेशी जो कि सामान्यतः धावकों तथा फुटबाल के खिलाड़ियों में दबाव में होती है, को चोट सामान्यतः तब लगती है जब मांसपेशी मुड़े हुए घुटने के नीचे सीधे भार से दबी होती है। द्विशिरिस्का में भी, तभी घाव होता है जब मांसपेशी दबाव में होता है तथा भुजा तथा अग्रिम भुजा मुड़ी होती है। जब टिबियिालिस अनटिक्स (Tibialis Anticus) को गोल अस्थि तन्तुओं से ठीक किया जाता है तो बन्धक तन्तु तथा स्नायु में चोट अवसर कोने के मोड़ पर लगती है।

लम्बवत् मांसपेशिय खिंचाव

जब गतिविधियां होती है तो कार्य करने वाली मांसपेशियों का प्रभाव कोण के खिंचाव के साथ बदलता रहता है। सीधी स्थिति में अधिकतर मांसपेशिय अवयव उन हड्डियों पर लम्बवत् कार्य करती है जिन्हें वह नियन्त्रित करती है। इस स्थिति में यह हड्डियों को स्थिर करने में अधिक कुशल होते हैं, परन्तु गतिविधि करने में कम कुशल होते हैं। मांसपेशियों का लम्बवत् खिंचाव तनाव को बढ़ाता है तथा इसीलिए आसनी प्रयास को कम करता है। जो व्यक्ति घुटनों को थोड़ा मोड़ कर खड़े होते है उनमें तनाव के कारण आसनीय दबाव बढ़ जाता है कई व्यवसायों में सामान्य है तथा उन महिलाओं को ऊँची एड़ी के जूते पहनती है (ऐसे मामलों में सूजन या पानी भरने जैसी प्रवृत्ति हो जाती है आदतन खड़े होना अत्याधिक है।) दूसरी ओर, यदि मांसपेशियां लम्बवत् खिंचाव हड्डियों पर डालती है ताकि वे बाहरी प्रतिरोध से बच सके तो कुशलता कम तथा दबाव बढ़ता जाता है। इस कारक के बढ़ने के कारण खिलाड़ियों में अकुशलता आ जाती है तथा अन्य व्यवसायिक दबाव भी आ जातें हैं। संभवतः एक सामान्य उदाहरण है ऊपरी भाग द्वारा धकेलने की कृति, जब भुजाओं के फैलाव के समय त्रिकोणिय तथा द्विशिरिस्का मांसपेशी के प्रयास आते हैं।

आन्तरिक तथा बाहरी सीमा

यह कुशलता जिससे मांसपेशियां हड्डियों के उत्तोलन दण्डों को

Scanned with CamScanner

चलाती है वह सम्बन्धित मांसपेशिय के आन्तरिक यान्त्रिकी से निर्धारित होती है। जब एक मांसपेशी खिंचती है तो नाड़ी की गति जो गतिशील सिकुड़न बनाती है तो यह स्वयं मांसपेशी के प्राप्तकर्त्ता में उत्पन्न उकसाव द्वारा प्रोत्साहित होती है। लचीले तन्तुओं के द्वारा कुछ सीमा तक फैली हुई मांसपेशी का सिकुड़ना संभव है। जब मांसपेशी पहले से ही फैली होती है तो गतिविधि में कम समय तथा प्रयास लगता है। दूसरी ओर, जैसे ही मांसपेशी छोटी होती है, तो अत्याधिक आन्तरिक सीमा में फैलाव का प्रतिरोध बढ़ता है। यह कुछ सीमा तक सामान्य गतिविधियों में संतुलित रहता है, यह मांसपेशियों तथा तंतुओं के मधय क्षणिक प्रतिरोध की कमी के कारण होता है। जब मांसपेशियां खिंचती है तो कुछ सीमा तक प्रतिरोधक तरल बहता रहता है। इसी कुशलता के कारण जिसमें मानव शरीर में घिसाव की कमी होती है इस कारक पर ध्यान नहीं दिया जाता। परन्तु रगड़ थोड़ा बढ़ने पर कुशलता पर थोड़ा सा प्रभाव पड़ता है। बढ़ी हुई रगड़ का प्रभाव मांसपेशी पर स्पष्ट नहीं होता परन्तु यह थकान का कारण बनता है। दोनों सैद्धान्तिक रूप से तथा प्रांसगिक रूप से, मांसपेशी की कार्य सीमा महत्त्वपूर्ण होती है। मुड़ने वाली मांसपेशियां आसनीय कार्यों में अधिक कुशल होती है जब यह अपनी बाहरी सीमा में कार्य कर रही होती है, परन्तु हड्डियों के उत्तोलन दण्डों पर सीधा खिंचाव पड़ता है जब वे अपनी आन्तरिक सीमा में कार्य करते हैं। यह इन्हें अधिक कुशल गतिविधि में सहायक होते हैं।

बाहरी तथा आन्तरिक सीमा की मांसपेशिय कार्य की स्थिति परिवर्तनशील होता है, क्योंकि फैलने वाली मांसपेशियां आसनीय कार्यों के लिए प्रबन्धित होती है।

विपरीत मांसपेशिय कृति

मांसपेशियों को इस प्रकार प्रबन्धित किया जाता है कि वे अपने द्वारा नियन्त्रित उत्तोलन दण्डों पर भार डालती है। इसी प्रकार मांसपेशियों में तनाव उत्तोलन दण्डों को उनकी स्थिति में बने रहने के लिए सहायक है। यह

Scanned with CamScanner

प्रबन्धन सामान्य गतिविधियों में भी स्वास्थ ताल पैदा करता है। जब मांसपेशियों का एक समूह एक गतिविधि के करने के लिए सिकुड़ता है तो विपरीत मांसपेशियां एक नियन्त्रित तथा आरामदायक कृति प्रदान करती हैं। इस प्रबन्धन के बिना गतिविधियाँ रूक-रूक कर होती है तथा संचालन में कठिनाई होती है। कोहनी तथा अंगुलियों के आन्तरिक जोड़ों के अलावा मांसपेशियां भी हड्डियों पर विभिन्न कोणों से प्रबन्धित होती हैं, ताकि मुड़ाव तथा फैलाव, हटाव तथा बहुत सी हड्डियों की गतिविधियों में हटाव हो। इसी प्रकार गतिविधि के दौरान यह हड्डियों के उत्तोलन दण्ड स्थिर हो जाते है तथा विभिन्न दिशाओं में मोड़े जा सकते हैं।

मांसपेशियों तथा उनके द्वारा नियन्त्रित हड्डियों का सम्बन्ध उसी प्रकार का है जिस प्रकार एक शमियाने के रस्सियां तथा उनके खम्बों का होता है। जब एक हड्डी आराम की स्थिति में होती है तो यह खम्बों की तरह होते हैं निम्न पर रस्सियाँ विभिन्न दिशाओं से खिंचाव डालती हैं तथा दिशाएं स्थिरता देती है। जब खम्बे को किसी भी दिशा में मोड़ना होता है तो कुछ रस्सियां छोटी पड़ जाती है तथा कुछ लम्बी हो जाती हैं। निश्चित ही इन रस्सियों का छोटा या लम्बा होना उनकी स्थिति पर निर्भर करता है। यह ध्यान देना होगा कि हड्डियों को नियन्त्रित करने वाली मांसपेशियां इसी प्रकार कार्य करती हैं, विपरीत सिकुड़न तथा मांसपेशियों का आराम गतिविधि को आरम्भ करने तथा उत्तोलन दण्डों पर कार्य कर रहे बलों को नियन्त्रित करना आवश्यक है। यह वह कारक है जो संख्यात्मक पद्धति को शारीरिक अध्ययन करने में कठिनाई प्रदान करती है। वास्तव में, वास्तविक मूल्य के लिए अत्याधिक सम्मलित होना चाहिए।

उत्तोलन दण्डीय कृति

सामान्य स्थितियों में, हड्डियां कभी अकेले कार्य नहीं करती। गतिविधियां सामान्यतः बहुत सी हड्डियों में फैली होती है, ताकि सभी सामान्य गतिविधियां चलती रहे। यह कहा जाता है कि प्रकृति में सीधी रेखा जैसी कोई वस्तु नहीं है। यह भी कहा जा सकता है कि मानव शरीर में एक सीधी

Scanned with CamScanner

गतिविधि जैसा कुछ नहीं है। उदाहरण के लिए, अग्रिम भुजा के मोड़ में, भुजा या तो आगे मुड़ती है या पीछे, परन्तु कभी स्थिर नहीं रहती। यहाँ तक कि एक मात्र हड्डी की गतिविधि भी एक से अधिक आधार पर होती है। यह जोड़ों की पेचों की कृतियों में स्पष्ट है जैसे कि कोहनी तथा टखनों के जोड़ा वास्तव में, यह व्यक्तिगत गतिविधियों का यह स्वभाव होता है कि ये सभी खिलाड़ियों, जैसे कि गोला फेकने वाले खिलाड़ी की अन्तिम फेंक की विशेषताएं तय करती है। केवल अप्राकृतिक गतिविधियां जैसे कि बैले-नश्त्य या पुराने तरीके की आर्मी जिमनास्टिक इत्यादि में केवल एक ही आधार की गतिविधियां संभव थी। यह आम धारणा कि केवल तैराकों में ही शरीर की सभी मांसपेशियां प्रयुक्त होती है, गलत है सभी अभ्यासों में शरीर की मांसपेशियां कार्य करती है। जिस आधार पर एक हड्डी कार्य करती है वह स्थिर होना चाहिए, परन्तु यह कहना गलत होगा कि उसे 'जड़' करने वाली मांसपेशियां कहना गलता होगा।

यह सिद्धान्त को और भी स्पष्ट बनाने के लिए एक साधारण सी गतिविधि जैसे हाथ को मुंह तक उठाना आदि का अवलोकन किया जा सकता है। हाथ की हल्की सी गतिविधि भी शरीर के संतुलन को बदलती है, इसकी सीमा हाथ द्वारा की गई गतिविधियों के प्रतिरोधन तक सीमित होती है। जैसे ही अग्रिम भुजा को उठाया जाता है, हाथ तथा भुजा मुड़ जाती है। एक भुजा को उपर उठाने की गतिविधि में कंधे की करघनी की गतिविधि सम्मलित होती है। शरीर के गुरूत्वाकर्षण केन्द्र में इस कृति के बाद जो अन्तर आता है वह शरीर का विपरीत दिशा में समतोलन को आवश्यक बनाता है या उसी ओर के पैर पर दबाव को बढ़ाता है। हाथों की गतिविधि में प्रतिरोधन धूरी की हड्डियों में स्थिरता को बढ़ाता है। तथापि, ऊपरी भाग की सभी हड्डियों में कुछ गतिविधि होती है, उदाहरण के लिए, अग्रिम भुजा के साथ-साथ भुजा भी मुड़ती है तथा भुजा के मुड़ने के साथ-साथ कंधा बाहर की ओर घूमता है। जब हाथ की उठान में शक्तिशाली प्रतिरोधक आता है तो भुजा सामान्यत: पहले ही मुड़ जाती है

Scanned with CamScanner

11

न्यूटन के गति के सिद्धान्त–अर्थ, परिभाषा तथा इनकी खेलकूद में भूमिका

(Newton's Laws of Motion– Meaning, Definition and Its Application to Sports Activities)

न्यूटन के द्वारा प्रतिपादित किए जाने वाले गति के सिद्धान्त अत्यन्त महत्वपूर्ण माने जाते है। इन सिद्धान्तों के आधार पर गति तथा वस्तु के बीच सम्बन्ध को आसानी से समझा जा सकता है। न्यूटन ने जिन नियमों का प्रतिपादन किया है वह बल ज्यामिती के अनुरूप कार्य करते है। इनका वर्णन निम्नलिखित रूप से किया जा रहा है:-

(क) न्यूटन का प्रथम नियम

प्रक्रिया का सिद्धान्त

इस सिद्धान्त में न्यूटन ने यह प्रतिपादित किया कि प्रत्येक लीनियर क्रिया के लिए सम तथा विपरीत प्रतिक्रिया होती है। एक्शन फोर्स के लिए विपरीत अथवा बराबर प्रतिक्रिया बल होता है। जिस समय एक वस्तु के द्वारा दूसरी वस्तु पर के बाराबर अथवा विपरीत बल लगाती है। इस प्रकार दोनों बलों का आपस में टकराव होता है। इसके उदाहरण- चलना, कूदना आदि है।

(ख) न्यूटन का दूसरा नियम

जिस समय किसी वस्तु पर असंतुलित बल लगाया जाता है उस सयम उसमें संवेग की उत्पत्ति होती है, जिसके परिणामस्वरूप उस असंतुलित बल के सीधे समानुपात बल का प्रयोग होता है। इस प्रकार इस नियम के द्वारा वजन बल तथा संवेग आदि को दर्शाया जाता है। कई प्रकार के खेल

Scanned with CamScanner

कौशलों में इसका प्रयोग किया जाता है। इसका उदाहरण फेंकी जाने वाली गेंद का टकराना है।

(ग) न्यूटन का तीसरा नियम

इस नियम को जड़त्व का नियम भी कहा जाता है, इस नियम के अनुसार जब तक बाहरी बल का किसी वस्तु पर प्रभाव नहीं पड़ता है। तब तक वस्तु विश्राम की स्थिति में रहती है। जिसे जड़त्व भी कहा जाता ह। इस प्रकार इस नियम के द्वारा यह बताया गया है कि जब तक किसी वस्तु पर बाह्य बल का कुल वेग शून्य होगा तब तक वह वस्तु सन्तुलन की अवस्था में रहेगी। जिस प्रकार एक गेंद यदि मैदान पर पड़ी रहे, तो उसमें किसी प्रकार की हलचल नहीं होगी, क्योंकि उस समय गेंद पर किसी प्रकार का बल नहीं लगाया गया है। इसके विपरीत यदि गेंद को फेंका गया है तो निश्चय ही उसकी गति में परिवर्तन आने की संभावना बनी रहती है। क्योंकि उस समय पर गुरूत्व बल तथा हवा आदि के द्वारा बल लगाया जाता है। अत: उसकी दशा बलदती रहती है। अर्थात् यह किसी वस्तु की वह स्थिति है जब वह अपना स्थान बदलना नहीं चाहती, स्थिर रहना चाहती है। यह किसी वस्तु का वह गुण है जिसमें किसी बाहरी बल के द्वारा ही वस्तु में परिवर्तन किया जा सकता है। गति के द्वारा विज्ञान की गति को तोड़ जाता है। जिसके परिणामस्वरूप वस्तु में हलचल उत्पन्न होती है।

न्यूटन के गति विषयक नियम
(Newton's Law of Motion)

न्यूटन के गति विषयक नियमों का खेलों में तकनीकी तथा कुशलता लाने के लिए बहुत ही महत्वपूर्ण है। क्योंकि सभी खेलों में गति की आवश्यकता पड़ती है और ये नियम गति पर ही पूर्ण रूप से आधारित है। शारीरिक शिक्षा एवं खेल में शिक्षक, प्रशिक्षक एवं छात्रों को इसका ज्ञान गुरूमंत्र की तरह ध्यान रखना पड़ता है। सन् (1682-1727) सर इशाक न्यूटन ने गति के लिए तीन नियम दिये जो निम्नलिखित है:-

Scanned with CamScanner

(1) न्यूटन का प्रथम नियम (जडत्व का नियम) (Newton First Law or Law of Inertia): यदि कोई वस्तु विराम अवस्था में है तो वह विराम अवस्था में ही रहेगी और यदि वस्तु गतिमान अवस्था है तो वह उसी दिशा में चलती रहेगीं जब तक कि उस पर कोई बाह्य बल उसकी वर्तमान अवस्था में परिवर्तन न करें। उपरोक्त के आधार पर जडत्व को 2 भागों में बांटा गया है।

(क) आराम का जडत्व

(ख) गति का जडत्व

न्यूटन के प्रथम नियम में निम्न समीकरण नीहित है $F = ma$

F से तात्पर्य बल से है, m से तात्पर्य द्रव्यमान से है और a से तात्पर्य त्वरण से है उपरोक्त समीकरण के आधार पर हम कह सकते है कि यदि $F = 0$ तो a भी 0 होगा अर्थात् वस्तु विराम अवस्था में है और उस पर बल न लगे तो जडत्व में भी कोई परिवर्तन नहीं आयेगा। ओर अगर जरा सा भी वस्तु पर बल लगे तो वस्तु उसी दिशा में उस बल के बराबर चलती रहेगी कहने का तात्पर्य यहाँ वस्तु गति अवस्था में आ जायेगी। उदाहरण के लिए फुटबॉल की गेंद मैदान में पड़ी हुई है तो वह वहीं पर रखी रहेगी। और अगर उस पर किसी बल से ठोकरमारी जाये तो वह उस दिशा में बल के मुताबिक गति करेगी।

नोट: उपरोक्त उदाहरण में बॉल कुछ दूर जाकर रूक जायेगी क्योंकि इस पर प्रतिरोधक रूप से बाह्य बल जैसे गुरूत्वाकर्षण बल, घर्षण बल, वायु प्रतिरोध आदि लगेंगे।

2. न्यूटन का द्वितीय नियम (त्वरण का नियम) (Second Law of Motion or Law of Acceleration / Momentum): जब संतुलित संवेग बल किसी वस्तु पर लगाया जाता है तो उसमें संवेंग उत्पन्न होता है जो संतुलित बल के समानुपाती (Directly proportional) होता है तथा बल की दिशा में होता है तथा वस्तु के वजन के व्यत्क्रमानुपाती होता है

Scanned with CamScanner

सीधे शब्दों में संवेंग बल के सीधे समानुपाती तथा वजन के उल्टे समानुपाती होता है तथा बल की दिशा में होता है दूसरे रूप में हम कह सकते हैं कि किसी पिंड या वस्तु का त्वरण पिंड का बाह्य बल के अनुक्रमानुपाती है हम जानते है कि बल = द्रव्यमान x त्वरण अर्थात् F = ma इस समीकरण से हम कह सकते हैं कि F = a अर्थात् लगाया गया बल, त्वरण के अनुक्रमानुपाती होती है तथा F = 1/m अर्थात् त्वरण (जड़त्वीय) द्रव्यमान के व्यत्क्रमानुपाती होता है। यह नियम वजन, बल तथा सवेंग के बीच सम्बन्ध दर्शाता है यह कई खेल दक्षताओं पर लागू होता है जैसे यदि खिलाड़ी शॉट पूट के गोले को तेजी के साथ फैंकना चाहता है या फिर क्रिकेट में खिलाड़ी गेंद को तेजी के साथ विकेट कीपर को वापिस करना चाहता है तब उसको ज्यादा बल लगाना होगा या फिर गोले को या क्रिकेट को गेंद का वजन कम करना होगा क्योंकि बल त्वरण के अनुक्रमानुपाती होता है। अर्थात् जितना अधिक बल होगा उतना ही त्वरण अधिक होगा और वस्तु जितनी भारी होगी उतना त्वरण कम होगा क्योंकि भार त्वरण के व्यत्क्रमानुपाती होता है।

3. न्यूटन का तृतीय नियम अथवा क्रिया प्रतिक्रिया का नियम (Newton Third Law of Counterforce): जब कोई वस्तु दूसरी वस्तु पर बल लगाती है तो दूसरी वस्तु भी पहली वस्तु पर उसी के बराबर व उतना विपरीत दिशा में बल लगाती है इन दोनों बलों में से एक बल को क्रिया तथा दूसरी को प्रतिक्रिया कहते है। कहने का तात्पर्य प्रत्येक क्रिया के लिए बराबर तथा विपरीत प्रतिक्रिया होती है। प्रत्येक Action Force के लिए बराबर तथा प्रतिक्रिया बल होता है जैसे उदाहरण के लिए एक फर्राटा धावक जब स्टार्टिंग ब्लाक से स्टार्ट लेता है तो वह स्टार्टिंग ब्लॉक को पीछे की तरफ धकेलता है तो ब्लॉक भी उसे विपरीत दिशा में उतने ही बल से पीछे फेंकता है। जैसे कि तैराकी में यदि खिलाड़ी अपना बल पीछे को लगाता है तो उसका शरीर आगे की तरफ गति करता है। खिलाड़ी जब दौड़ता है और जिस बल से जमीन को पीछे धकेलता है तब विपरीत

Scanned with CamScanner

प्रतिक्रिया बल खिलाड़ी को विपरीत दिशा में उसी बल के बराबर धकेलती है।

त्वरण के नियम सम्बन्धी सिद्धान्तः

निम्नलिखित सिद्धान्तों के प्रयोग के फलस्वरूप वेग तथा संवेग का त्वरण एवं संरक्षण होता है।

1. त्वरण, बल के समानुपात होता है, यदि द्रव्यमान नियम हो तो त्वरण इसके लिए उपयोगी बल के समानुपाती होता है। इसका तात्पर्य यह है कि यदि बल की मात्रा दुगुनी कर दी जाये तो त्वरण की दर भी दुगुनी हो जायेगी।

उदाहरणः- दौड़ने वाली सतह के विरूद्ध पीछे तथा नीचे की ओर लगाने वाले बल में वृद्धि कर एक तीव्र गति का धावक त्वरण में वृद्धि करता है। यदि धावक 25% वृद्धि करता है तो त्वरण की दर में वृद्धि भी 25% की वृद्धि होगी। यदि धावक द्रव्यमान में कमी कर सके तथा बल में नियत रखे तो त्वरण में भी वृद्धि होगी।

उदाहरणः- पैर प्रहार एवं अन्य प्रहार से जल के विरूद्ध प्रयोग बल में वृद्धि तैराक के त्वरण में समानुपाती वृद्धि होती है। त्वरण के सम्बन्ध में यह ध्यान रखना चाहिए कि शारीरिक क्रियाओं में मांसपेशीय संकुचन बल प्रदान करता है। अधिक बलशाली संकुचन में अधिक ऊर्जा का विखंडन होता है। मांसपेशी संकुचन का ऊर्जा मूल्य संकुचन की चाल के सूत्र के अनुसार भिन्न होता है। यदि मांसपेशी X का संकुचन मांसपेशी Y के संकुचन के तीव्रता से दुगुना है तो उसका ऊर्जा मूल्य मांसपेशी Y से 8 गुना अधिक होगा। यदि मांसपेशी Y से तीन गुना अधिक होता है तो उसका ऊर्जा मूल्य मांसपेशीय Y से 7 गुना अधिक होगा। इस तथ्य के प्रयोग से खिलाड़ी किस दर से त्वरण करता है इसका निर्धारण करने में सहायता मिलती है। सहनशीलता वाली क्रियाओं में यह अत्यन्त उपयोगी है।

Scanned with CamScanner

2. सर्वाधिक त्वरण गति की वक्षता:- सर्वाधिक त्वरण प्राप्त करने के लिए समस्त उपलब्ध बलों का उचित समय पर जितना सम्भव हो सके गति की चाल गति की दिशा में प्रयोग होना चाहिए तथा वांछित क्रियाओं के लिए शारीरिक क्रियाओं में न्यूनतम कमी करना चाहिए। क्योंकि उससे ऊर्जा का अपव्यय होता है तथा उत्पादित क्रियाओं में अनाधिकृत हस्तक्षेप होता है।

उदाहरण 1- तैराक को तैरने की वाहित दिशा में शरीर को आगे बढ़ाने वाली शक्तियों में वृद्धि करने का प्रयास करना चाहिए तथा अन्य सभी क्रियाओं में कमी करनी चाहिए। जैसे कि शरीर को अनावश्यक रूप से ऊपर उठाना तथा बाजु से अत्याधिक कल्पना आदि।

उदाहरण 2:- एक धावक याा हार्डियल को करने वाले के सिर की ऊंचाई से बाजु में खड़े होकर देखने से हमें यह पता चल जाता है कि बलों का आगे की दिशा मे सही उपयोग हो रहा है ना कि ऊंचाई में, क्योंकि दोनों प्रकरणों में एथलीट का प्रमुख उद्देश्य शरीर को तीव्रतम गति से आगे ले जाना है। शरीर का ऊंचा नीचा होना गलत निर्देशित बल की ओर अंगित करता है। परन्तु कुछ प्रकरणों में सर्वाधिक चाल ही प्रदर्शन का प्रमुख उद्देश्य नहीं होता उपकरण की शीघ्र मुक्ति की तुलना में त्वरण का त्याग किया जा सकता है। जैस कि बास्केटबॉल में गेंद को बास्केट में डालना है इनमें कम बलों का उपयोग होता है। ऊंची कूद, भाला फेंकना उसके उदाहरण हैं।

3. क्रिया-प्रतिक्रिया का नियम (Law of Action and Reaction):- प्रत्येक क्रिया की प्रतिक्रिया उसी के बराबर तथा विपरीत होती है। किसी भी एक बल की उत्पत्ति एक दूसरे बल का श्रजन करेगी जो प्रथम बल के बराबर तथा विपरीत होगा। जब धावक दौड़ता है तो वह जमीन सतह के विरूद्ध तथा नीचे की ओर ढकेल लगाता है। इससे वह जमीन तल के विरूद्ध उसी दिशा में बल आरोपित करता है। इस धकेल की नीचे तथा पीछे की क्रिया के फलस्वरूप उसका शरीर स्वत: ऊपर

Scanned with CamScanner

एवं आगे की ओर बढ़ता है। एक भारोत्तोलक बेन्च प्रेस की क्रिया करते समय बारबेल के उठाने के लिए बल का प्रयोग करता है। बारबेल भी भारोत्तोलक के हाथ पर दबाव डालता है। एक बास्केटबॉल खिलाड़ी गेंद को ड्रिबल करते समय फर्श की ओर उस पर बल प्रयोग करता है। इस क्रिया में गेंद भी उसके हाथ पर बल प्रयोग करती है। जिससे उसकी उंगलियों का दबाव भी बढ़ता है। जब गेंद जमीन सतह को स्पर्श करती है, जमीन के विरूद्ध दूसरा बल प्रयोग होता है। गेंद की गति धीमी होती है, तथावट दिशा में परिवर्तन कर लेती है। इस प्रकार के अनके उदाहरण मिल सकते हैं। जिनमें एक वस्तु अन्य वस्तु पर बल का प्रयोग करती है, जो विपरीत दिशा में होता है। दो वस्तुओं के एक दूसरे पर बल प्रयोग की यह विलक्षण क्रिया न्यूटन के इस तीसरे नियम की आधारशिलाा है। इसमें दो बलों का समावेश है, वस्तुएं तथा दो बल भाग लेते हैं, एक वस्तु की क्रिया दूसरी वस्तु की प्रतिक्रिया के बराबर परन्तु विपरीत दिशा में होती है। क्रिया या प्रतिक्रिया एक ही वस्तु पर नहीं लगती बल्कि सदैव अलग-अलग वस्तुओं पर लगती हैं। अतः एक दूसरे के प्रभाव को निप्रभावी नहीं करती तथा विपरीत दिशा से लगने वाले बल केवल तभी एक दूसरे के प्रभाव को नष्ट कर सकते हैं जबकि वे एक ही वस्तु पर एक ही सरल रेखा में लग रहे हो।

न्यूटन के तीसरे नियम से सम्बन्धित सिद्धान्त

जमीन तल में भिन्नता एवं प्रतिरोधी बलः- जब किसी एक स्थिर सतह पर बल का प्रयोग होता है, जहां से यह प्राप्त होता है, वही एक प्रतिरोधी बल वापिस हो जाता है, जितनी स्थिर सतह होगी उतना ही प्रतिरोधी बल होगा।

उदाहरणः 1. दौड़ने या कूदने में तल उतने एक समान बल से पीछे की ओर धकेलता है, जितने बल का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार शरीर सामने की ओर बढ़ता है, यदि सतह ढीली होती है

Scanned with CamScanner

जैसे रेती सतह तो प्रतिरोधी बल का अधिकांश भाग बिखर जाता है, जिससे कि प्रायोग्य बल सीमित हो जाता है। तथा व्यक्ति को कम प्रणोदी बल मिलता है।

2. यदि सतह फिसलने वाली है या फिर पैर में पहनने वाले उपकरण उचित घर्णन उत्पन्न करने के लिए अपर्याप्त हो, परिणाम उपर्युक्त उदाहरण के समान होंगे।

3. पानी शरीर को कड़ी सतह की तुलना में कम प्रतिरोधी प्रदान करता है। इसीलिए कड़ी सतह की बजाय शरीर को प्राप्त प्रणोदी बल पानी में अधिक मिलता है।

दूसरा सिद्धान्तः प्रतिरोधी बल की दिशा

प्रतिरोधी बल की दिशा प्रायोग्य बल के सीधे विपरीत होती है, तथा प्रायोग्य बल उसी समय सर्वाधिक प्रयोग होता है। जबकि वह सहारा देने वाले तल के सीधे लम्बवत् होता है। क्योंकि फिसलना या गीलापन सतह से न्यूनतम होता है।

उदाहरण 1: कूदने में सर्वाधिक ऊंचाई प्राप्त करने में बल का प्रयोग सीधा नीचे की ओर होना चाहिए। इसका अर्थ यह हुआ कि सर्वोत्तम परिणाम प्राप्त करने के लिए वजन का केन्द्र उछाल बिन्दु के ठीक ऊपर होना चाहिए। यदि कोई व्यक्ति अत्यन्त चौड़ी रखकर दौड़ता याा कूदता है तो बलों की दिशा अत्यन्त कमजोर होती है। इसके फलस्वरूप अकुशल क्रियाएं होती हैं तथा सतह पर कुछ फिसलना भी हो सकती है।

तीसरा सिद्धान्तः प्रहारक क्रियाओं में प्रतिरोध बलः

प्रहारक उपकरण द्वारा किसी वस्तु पर प्रयोग किये गये बल की मात्रा टकराव के आपूर्ण पर उस उपकरण तथा वस्तु के संयुक्त संवेग पर निर्भर करती है। उपकरण या वस्तु में कोई भी प्रणोदी बल में

Scanned with CamScanner

कमी लाती है। यदि उपकरण या वस्तु प्रत्यास्थ हो तो ऐसी स्थिति में प्रकोदी बल में वृद्धि होती है।

उदाहरण 1: यदि उपकरण को हाथ से पकड़ते है तो टकराव के समय पकड़ दृढ़ होना चाहिए जिससे पकड़ पर किसी ढील को कम किया जा सके या पूरी तरह दूर हो सके, सभी प्रकार के बल्ले, चौडिल या रैकेट जिनका उपयोगी खेल क्रियाओं में होता है इस प्रकार पकड़ना चाहिए जिससे कि सर्वाधिक बल प्रयोग करने का उद्देश्य प्राप्त हो सके।

Scanned with CamScanner

12

प्रक्षेण्य गति-प्रक्षेपक संछेदी को प्रभावित करने वाले कारक (Projectile—Factors Influencing Projectile Trajectory)

जब किसी पिण्ड़ को एक प्रारम्भिक वेग से उर्ध्वाधर भिन्न किसी दिशा में फेंका जाता है तो वह गुरुत्वीय त्वरण के अन्तर्गत उर्ध्वाधर तल में एक वक्र पथ पर गति करता है। इस गति को प्रक्षेण्य गति कहते है। तथा इसके पथ को प्रक्षेण्य पथ कहा जाता है। फुटबॉल में खिलाड़ी द्वारा किक जिससे फुटबॉल हाई ड्राईव करता है, क्रिकेट में बल्लेबाज द्वारा उठाकर खेला गया स्ट्रोक, तोप से छूटे गोले की गति, ईंधन समाप्त होने के बाद राकेट की गति, हवाई-जहाज से गिराये गये बम की गति, छत पर खड़े होकर क्षैतिज दिशा में फेंकी गई गेंद की गति, बल्ले से टकराई गेंद की गति आदि प्रक्षेण्य गति के उदाहरण है।

प्रक्षेण्य गति करता हुआ पिण्ड़ दो प्रकार की गतियों, उर्ध्व गति एवं क्षैतिज गति के अन्तर्गत गति करता है। ये दोनों गतियाँ एक दूसरे से पूर्णयता स्वतंत्र होती है। उर्ध्व गति पृथ्वी के गुरुत्वीय ह के कारण होती है। इन दो प्रकार के गतियों के कारण ही पिण्ड़ का पथ परवलयाकार होता है।

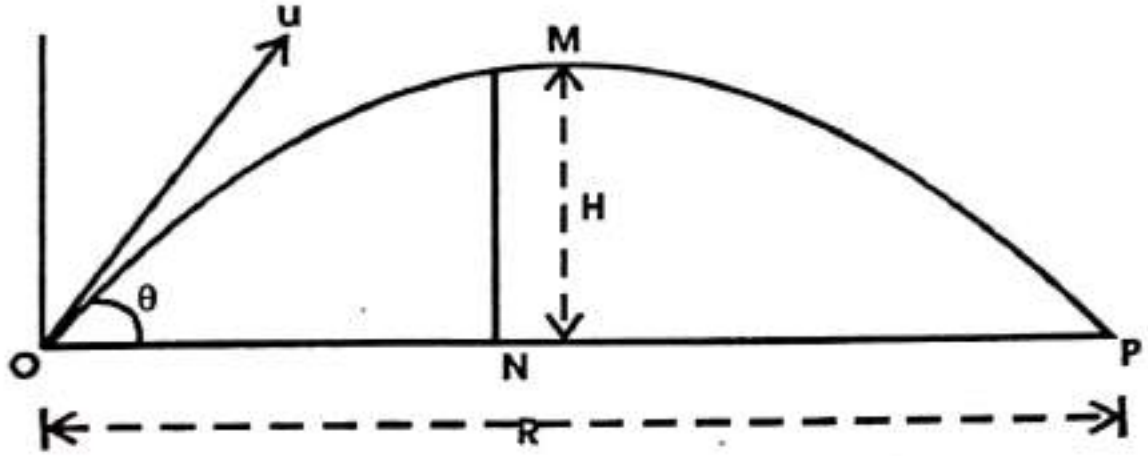
यदि हम एक गेंद को छत से नीचे गिराये तथा ठीक उसी समय एक दूसरी गेंद को क्षैतिज दिशा में फेंके तो दोनों गेंद पृथ्वी पर अलग-अलग स्थानों पर एक साथ पहुचेंगी।

जहाँ तक खेलों का सवाल है इसमें प्रक्षेण्य गति की अत्यन्त ही महत्वपूर्ण भूमिका है। चाँहे लम्बी कूद हो, ऊँची कूद हो या फेंकने का काई इवेंट इसमें प्रक्षेण्य गति की महत्वपूर्ण भूमिका रहती है। खेलों में उच्च प्रदर्शन के लिये यह आवश्यक है कि, कौन-कौन से ऐसे कारक है जिससे प्रक्षेण्य गति प्रभावित करती है। इसके ज्ञान एक अच्छे खिलाड़ी तथा प्रशिक्षक को होना चाहिए, जिससे खिलाड़ी का प्रदर्शन अच्छा हो।

Scanned with CamScanner

प्रक्षेप्य गति में लगा समय

मानलिया कि पिण्ड़ को प्रक्षेप्य बिन्दु O से क्षैतिज से Ø कोण पर प्रक्षेपित किया जाता है। तथा यह बिन्दु पर जाकर गिरता है या यदि O से च तक पहुँचने में पिण्ड़ द्वारा लिया गया समय T हो तो



$$T = \frac{24\sin\theta}{g}$$

जहाँ न पिण्ड़ को प्रारम्भिक वेग है।

अधिकतम ऊँचाई:

मान लिया कि पथ के उच्चतम बिन्दु m की पृथ्वी तल से ऊँचाई H है तो

$$H = \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g}$$

इस समीकरण से स्पष्ट है कि यदि Ø.90° तो sin 90° =।

अत: इस दिशा में पिण्ड सबसे अधिक ऊँचाई तक जायेगा। इसलिए ऊँची कूद में एथलीट, शरीर को उर्ध्वाधर ऊपर की ओर उछालते है।

उदाहरणार्थ,

(i) जिमनास्टिक में जिमनास्ट अपने शरीर को हवा में उर्ध्वाधर दिशा में उछालता हैं जिससे जिमनास्ट को कलाबाजियाँ करने के लिए अधिक समय मिल जाता है। ठीक इसके विपरीत यदि जिमनास्ट

Scanned with CamScanner

ऐसा नहीं करेगा तब इस स्थिति में वह अपनी कलाबाजियाँ ठीक प्रकार से नहीं कर सकेगा।

(ii) गोताखोरी (Diving) में गोताखोर अपने शरीर के ठर्ध्वाधर में ऊपर की दिशा में इसलिए गति करता है कि, वह अपने प्रदर्शन को सफलता पूर्वक प्रदर्शित कर सके। गोताखोर को अधिक समय मिलेगा जिसके परिणामस्वरूप गोताखोर हवा में अधिक कलाबाजियाँ कर सकता है। लेकिन ठीक इसके विपरीत यदि गोताखोर ऐसा नहीं करता है, लेकिन ठीक इसके विपरीत यदि गोताखोर ऐसा नहीं करेता है, तब उसको हवा में कलाईबाजियाँ करने का कम समय मिलेगा जिसके परिणामस्वरूप वह अपनी कलाबाजियाँ ठीक प्रकार से नहीं कर सकेगा। तथा उसे कठिनाईयों का सामना करना पड़ सकता है।

(iii) यदि हम किसी वस्तु को कन्धे की ऊँचाई से नीचे गिराये तथा ठीक उसी समय एक दूसरी वस्तु को क्षैतिज दिशा में फेंके तब दोनों वस्तुएँ पृथ्वी पर अलग-अलग स्थानों पर एक साथ पहुँचेगी। ऐसा इसलिए होता है कि दोनों वस्तुओं पर वेग परिवर्तन एक ही दिशा में होता है। अर्थात जिस दिशा में गुरुत्वाकर्षण बल की दिशा है। इससे यदि सिद्ध होता है कि वस्तु को दिया गया क्षैतिज वेग, वस्तु में त्वरण जो गुरुत्वाकर्षण बल से उत्पन्न होता है उससे उर्ध्व वेग से प्रभावित नहीं होगा।

परास

(Range)

प्रक्षेपण बिन्दु O से च तक क्षैतिज दूरी को पारस कहते हैं। यदि O से p तक की दूरी R हो तो

(The range of projectile is the product of the horizontal velocity at release and the time of flight.)

$$R = \frac{u^2 \sin^2 \phi}{g}$$

Scanned with CamScanner

u = प्रारम्भिक वेग।

R = प्रक्षेप्य की पारस।

Ø = कोण।

g = गुरुत्वाकर्षण बल।

यदि Ø = 45° तो इस दशा में परास का मान अधिकतम होगा अर्थात पिण्ड सबसे दूर जाकर गिरेगा। परास के सम्बंध में दूसरा महत्वपूर्ण तथ्य है कि, चाहे हम पिण्ड़ को Ø कोण पर प्रक्षपित करे या (90- Ø) पर, परास का मान समान होगा। यदि पिण्ड़ पृथ्वी तल से कुछ ऊँचाई पर स्थित है जैसे गोला फेंक या चक्का फेंक तो इस Ø दशा में अधिकतम परास प्राप्त करने के लिए पिण्ड़ को 45° से कुछ छोर कोण जैसे 42° अथवा 43° पर फेंकना चाहिए। यही कारण है कि, लम्बी कूद करने वाला खिलाड़ी लगभग 45° के कोण से उछलता है। प्रक्षेप्य गति का एक उदाहरण ऊँचाई पर लटके बन्दर को निशाना लगाने के क्रम में मिलता है। यदि बन्दर उसी स्थान पर लटका रहे तो उसकी ओर तनी बन्दूक से निकली गोली उसे नहीं लगेगी। परन्तु यदि गोली छूटते ही बन्दर नीचे की ओर गिर पड़े तो उसे गोली अवश्य लग जायेगी। इसका कारण यह है कि, छूटते समय गोली की दिशा ठीक बन्दर की ओर थी। छूटने के बाद गोली तथा गिरते बन्दर दोनों पर एक ही उर्ध्वाधर त्वरण g नीचे की ओर लगता है। इस प्रकार गोली की वेग की दिशा उसकी गति के दौरान, सदैव नीचे गिरते हुए बन्दर की ओर बनी रहेगी तथा उसे लग जायेगी।

तोप से छूटे गोले का पथ परवलयाकार होता है। परन्तु दूर तक मार करने वाली मिसाईलों का गमनपथ परवलयाकार नहीं होता। एक समान चाल से गति करती हुई किसी रेलगाड़ी की खिड़की से कोई गेंद गिराई जाये तो जमीन पर खड़े प्रेक्षक को उसका पथ परवलयाकार प्रतीत होता है।

इसको हम अनेक उदाहरणों द्वारा ठीक तरह से समझ सकते है। जो विशेषत: खेलों में प्रयुक्त होता है।

(i) जब यदि प्रक्षेपित कोण 45° कोण से कम रखा जाये जो वस्तु वायु में कम समय तक ठहरेगी जिसके परिणामस्वरूप वह अधिक दूरी

Scanned with CamScanner

तय करेगी परन्तु यदि वस्तु का कोण 45^0 से ज्यादा हो जाती है। क्योंकि उर्ध्वाधर दिशा में ज्यादा बल जग जाता है। तथा क्षैतिज मे कम लगता है। जिससे वस्तु कम दूरी तय करती है।

(ii) सामान्यत: अधिकतर स्थितियों में खेलों में वस्तु को फेंकने का स्थान ऊँचा होता है। जैसे गोला फेंकते समय या फिर लम्बी कूद में, या फिर इसी प्रकार की दूसरी स्थितियों में गुरुत्व केन्द्र की स्थिति फेंकते समय ऊँची होती है। इसी कारण से वस्तु का प्रक्षेपित कोण का मान कम रखते है। गोला फेंक में सामान्यत: 30^0 से 42^0 का कोण रखते है जबकि लम्बी कूद में हम 40^0 का रखता है। परन्तु इस कोण का मान 40^0 पर रखना महत्व नहीं रखता है क्योंकि लम्बी कूद में वेग की क्षैतिज घटक अधिक मायने रखती है। इसलिए लम्बी कूद में वें कोण 33^0 से 35^0 के बीच कोण का मान रखना उचित जाता है।

(iii) जब नीचे स्थान से ऊँचाई पर वस्तु को फेंकने का लक्ष्य हो जैसे गोल्फ में। जब गेंद की नीचे से ऊँचे स्थान पर फेंकना है। जब परास ज्यादा प्राप्त करनी हो, तब खिलाड़ी को गेंद का प्रक्षेपित करने का कोण बढ़ा देना चाहिए अर्थात लगभग 50^0 का कोण रखना चाहिए।

(iv) जब खिलाड़ी का उद्देश्य गेंद को कम समय में वापिस करने का हो तब खिलाड़ी को क्षैतिज तल में ज्यादा वेग के साथ गेंद फेंकनी चाहिए। (जैसे क्रिकेट में थ्रो के दौरान होता है।) क्योंकि गेंद किसी कोण से फेंके तब गेंद हवा में ज्यादा समय तक रहेगी तथा उसका परास भी अधिक होगा परन्तु समय भी ज्यादा लगेगा।

खेल में प्रक्षेण्य गति का यांत्रिक उद्देश्य

जहाँ तक खेलों में प्रक्षेण्य गति के यांत्रिक उद्देश्य का सवाल है तो इसका कोई उद्देश्य होता है। लेकिन हम यहाँ पर मुख्य उद्देश्य को अति संक्षेप में वर्णन कर रहे है।

(i) खेलों में प्रक्षेण्य गति का यह मुख्य उद्देश्य होता है कि किसी

Scanned with CamScanner

वस्तु को अधिकतम क्षैतिज दूरी तक फेंक सके जैसे कि एथलेटिक्स में भाला फेंक, चक्का फेंक, हैमर थ्रो इत्यादि में होता है।

(ii) इसका दूसरा मुख्य उद्देश्य किसी वस्तु को अधिक उर्ध्वाधर दूरी प्राप्त करने के लिए होता है।

(iii) इसका तीसरा मुख्य उद्देश्य किसी वस्तु को अधिक एक्युरेसी के लिए होता है।

(iv) इसका एक अन्य मुख्य उद्देश्य जब प्रक्षेण्य गति को स्पीड के दौरान अधिक एक्युरेसी प्राप्त करना होता है। यह उसी समय सम्भव हो सकता है जब प्रक्षेण्य प्रभावशाली हो।

प्रक्षेण्य का उड़यन काल
(Flight time of Projectile)

माना कि पिण्ड़ अपने पथ के उच्चतम बिन्दु p तक पहुँचने में t समय लेता है। बिन्दु p पर पिण्ड़ का अन्तिम उर्ध्वाधर वेग शून्य होगा अतः

समीकरण $v = u - gt$ में $v = v_y = 0$

तथा $u = uy = u \sin Ø$ रखने पर

$$O = u\sin\phi - gt$$

$$t = \frac{u\sin^2\phi}{g}$$

गेंद उच्चतम बिन्दु च पर पहुँचकर अपने परवलयाकार पथ द्वारा नीचे अपने लगती है। जितने समय में गेंद प्रक्षेपण-बिन्दु 0 से उच्चतम बिन्दु p तक जाती है, उतने ही समय में वह बिन्दु p से 0 तक आती है जो कि बिन्दु 0 की ठीक सीध में है। अतः पिण्ड़ की उड़ान का समय

$$T = 2t = \frac{2u\sin\phi}{g}$$

ट्राजेक्टरी
(Trajectory)

किसी वस्तु का उड्डयन पथ ट्राजेक्टरी कहलाता है। (The Flight path of an object is trajectory.) चित्र 3

Scanned with CamScanner

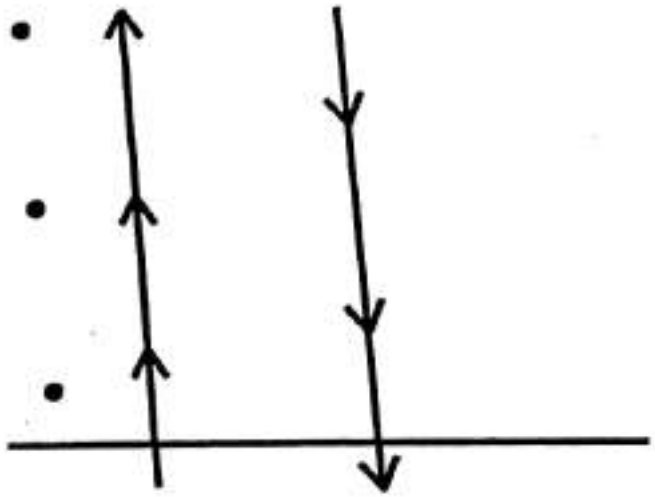
ट्राजेक्टरी के प्रकार:

यह तीन प्रकार का होता है।

1. उर्ध्वाधर ट्राजेक्टरी (Vertical Trajectory)
2. परवलयाकार ट्राजेक्टरी (Oblique Trajectory)
3. क्षैतिज ट्राजेक्टरी (Horizontal Trajectory)

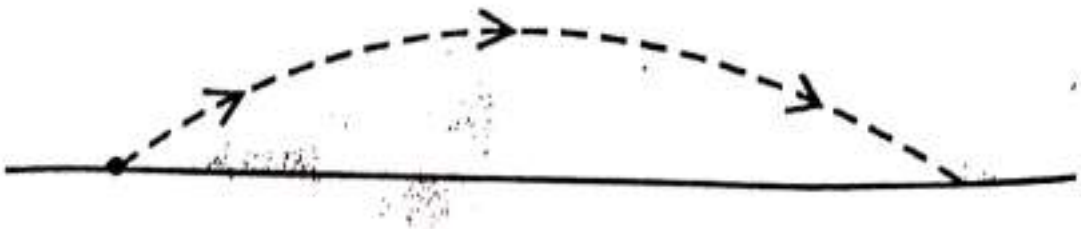
1. उर्ध्वाधर ट्राजेक्टरी
(Vertical Trajectory)

यदि प्रक्षेपण का कोण एकदम उर्ध्वाधर हो अर्थात 90° से क्षैतिज तो इसे उर्ध्वाधर ट्राजेक्टरी कहा जाता है। उर्ध्वाधर ट्राजेक्टरी में प्रक्षेपण एक ही पथ में होता है या तो यह सीधा ऊपर अथवा सीधा नीचे होता है।



2. परवलयाकार ट्राजेक्टरी
(Oblique Trajectory)

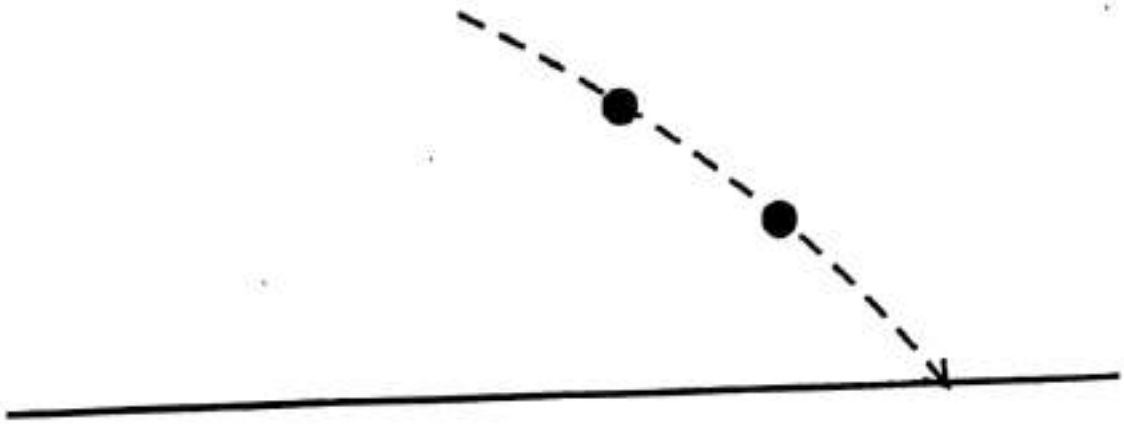
यदि प्रक्षेपण का कोण परवलयाकार हो तो इसे परवलयाकार ट्राजेक्टरी कहते है। इसका आकार परवलयाकार होता है।



Scanned with CamScanner

3. क्षैतिज ट्राजेक्टरी
(Horizontal Trjectory)

यदि प्रक्षेपण का कोण शून्य हो तो इसे क्षैतिज ट्राजेक्टरी कहते है।



4. उड्डयन को प्रभावित करने वाले बल
(Factor Affecting Flight of force)

खेल के दौरान जब कोई वस्तु हवा में प्रक्षेपित की जाती है, तब उस पर लगने वाले बल निम्नलिखित होते है।

1. धकेलन बल
(Propelling Force)

यह वह बल है जो किसी वस्तु को हवा में प्रक्षेपित करता है।

2. गुरुत्वाकर्षण बल
(Gravitational Force)

जैसे कि हम पहले भी बता चुके है कि प्रत्येक कण को अपनी ओर आकर्षित करती है जिसे गुरुत्वाकर्षण बल कहते है। साधारण शब्दों में यह वह बल है जो किसी वस्तु को अपनी ओर आकर्षित करती है।

3. वायु प्रतिरोध बल
(Air Resistance Force)

यह किसी वस्तु के लिये प्रतिरोध का कार्य करती है। अर्थात् यह वस्तु के उड़ान को कम करने की क्षमता है।

Scanned with CamScanner

1. धकेलन बल
(Propelling Force)

यह किसी वस्तु को ऊपर प्रक्षेपित करने की योग्यता है। वस्तु पर आक्षेपित धकेलन बल की दिशा एवं बिन्दु स्थान जहाँ पर बल लग रहा है। इस बात का निश्चय करता है कि वस्तु किस प्रकार का व्यवहार करेगी। जो यहाँ निम्नलिखित है:

स्थिति-1: जब वस्तु के केन्द्र पर बल लगाया जाता है, तब वस्तु एक सीधी रेखा में दूरी तय करेगी।

स्थिति-2: जब वस्तु के केन्द्र बिन्दु से ऊपर या नीचे बल आक्षेपित हो रहा है, तब वस्तु घूर्णन गति करती हुई क्रम से सीधी रेखा में दूरी तय करेगी। क्योंकि बल का एक घटक वस्तु को घूर्णन गति प्रदान करनें में लग जाता है।

स्थिति-3: यदि वस्तु पर बल केन्द्र से ऊपर लग रहा है, तब वस्तु आगे की ओर घूमेगी ओर इसके विपरीत स्थिति में पीछे की तरफ घूमती हुई आगे की दिशा में गति करेगी।

स्थिति-4: क्रिकेट खेल के दौरान जब गेंदबाज किसी बल्लेबाज को योरकर गेंद फेंकता है, तब इस स्थिति में वह गेंद को ज्यादा तेजी गति प्रदान कर सकता है। यहाँ गेंदबाज का उद्देश्य गेंद में घुमाव उत्पन्न करना नहीं होता है। ऐसा इसलिए नहीं होता है कि जब गेंद घूमती है तब गेंद का धकेलन बल एक पहलू गेंद में घूमाव उत्पन्न करने में उपयोग हो जाता है। जिसके परिणामस्वरूप गेंद की गति धीमी रह जाती है।

उदाहरण (i) टेबल टेनिस अथवा लॉन टेनिस में अक्सर यह देखने को मिलता है कि खिलाड़ी रैकेट का प्रयोग गेंद पर इस प्रकार करता है कि रैकेट एवं गेंद का सम्पर्क गेंद के केन्द्र बिन्दु से नीचे अथवा ऊपर हो जिसके फलस्वरूप गेंद आगे अथवा पीछे घूमती हुई, आगे की दिशा में जायेगी।

उदाहरण (ii) फुटबॉल खेल के दौरान खिलाड़ी के केन्द्र में पैर से ठोकर मारता है, तब गेंद सीधी रेखा में गति करती है। इससे गेंद में किसी भी प्रकार का घुमाव पैदा नहीं होगा जिसके फलस्वरूप गेंद में गति भी

Scanned with CamScanner

अधिक रहेगी। क्योंकि बल के दोनों घटक उसकी सीधी रेखा में गति प्रदान करने में सहयोगी होते है। ठीक इसी प्रकार क्रिकेट में गेंदबाज तेज गति से गेंद फेंकने के लिये गेंद के केन्द्र में ही बल लगाता है। क्योंकि जब खिलाड़ी के द्वारा केन्द्र बिन्दू पर बल लगाया जाता है जब बल के दोनों उर्ध्वाधर एवं क्षैतिज पहलू एक ही दिशा में कार्यरत हो जाता है। जिसके परिणामस्वरूप गेंद पर अधिक बल आक्षेपित हो जाता है।

2. गुरुत्वाकर्षण बल
(Gravitational Force)

गुरुत्वाकर्षण एक प्राकृतिक बल है जो किसी वस्तु को अपने और आकर्षित करती है। यह बल सदैव पृथ्वी की केन्द्र की ओर उर्ध्वाधर दिशा में नीचे की ओर लगती है।

इस बात की पहले ही चर्चा हो चुकी है कि, प्रत्येक कण को अपनी ओर आकर्षित करता है। जिसे 'गुरुत्वाकर्षण बल' कहते है।

गुरुत्वाकर्षण बल के परिणामस्वरूप जब कोई वस्तु जमीन की दिशा में अर्थात नीचे की दिशा में आना प्रारम्भ करता है तो इस स्थिति में वस्तु का वेग कम होना आरम्भ हो जाता है।

अन्त में एक ऐसी स्थिति आती है जब वस्तु का वेग शून्य हो जाता है। गुरुत्वाकर्षण बल वस्तु को नीचे की दिशा में जब लायेगा तब यह निम्नलिखित पहलुओं पर निर्भर करेगा:

1. वस्तु का भार।
2. ऊपर की दिशा में लगाये गये बल की मात्रा।
3. वस्तु आरोपित वायु प्रतिरोधक बल की मात्रा।

3. वायु प्रतिरोधक बल का प्रभाव
(Effect of Air Resistance)

यह एक तथ्य है कि जब किसी वस्तु की गति बढ़ा दी जाती है, तब उस पर अरोपित वायु प्रतिरोधक बल की मात्रा उसकी बढ़ाई गई गति की मात्रा का दुगना लगता है। वस्तु पर वायु प्रतिरोधक बल की मात्रा उसकी फेंकने की दिशा में उसके क्षेत्रफल के अनुक्रमानुपाती एवं घनत्व के व्यत्क्रमानुपाती होती है।

Scanned with CamScanner

उदाहरण (i): यदि फुटबॉल में दो अलग-अलग खिलाड़ियों को फुटबॉल को मारने के लिए कहा जायें जबकि द्वितीय खिलाड़ी प्रथम खिलाड़ी की अपेक्षा दुगना बल लगाकर फुटबॉल पर मारता है। तथा इन दोनों खिलाड़ियों की सभी परिस्थितियाँ समान रखी जायें। अर्थात प्रक्षेपण का कोण, वस्तु का घूमाव आदि तब इस स्थिति में द्वितीय खिलाड़ी द्वारा आरोपित की गई गेंद का वेग एवं दूरी दोनों ही दुगनी मात्रा में प्राप्त नहीं होती है। यह ऐसा इसलिये होता ही दुगनी मात्रा में प्राप्त नहीं होती है। यह ऐसा इसलिये होता है कि द्वितीय खिलाड़ी द्वारा फुटबॉल पर मारी गई ठोकर दुगनी मात्रा में वायु प्रतिरोधक बल का सामना करती है। जिसके परिणामस्वरूप हमें दूरी तथा गति दोनों ही दुगनी मात्रा में प्राप्त नहीं होती है।

उदाहरण (ii): जब एथलेटिक्स में एथलीट द्वारा जैवलिन अथवा डिस्कस प्रक्षेपित किया जाता है और इस स्थिति में सामने की हवा हो तब कोण का मान 45^0 से थोड़ा कम कर दिया जाता है। लेकिन ठीक इसके प्रतिकूल जब पीछे की हवा हो तब कोण का मान 45^0 से बढ़ाकर फेंकना चाहिये। यहाँ यह विदित हो कि यदि हवा किसी दिशा में नहीं चल रही हो तब फेंकने का कोण 40^0 के आसपास रखना चाहिए।

उदाहरण (iii): ठीक इसी प्रकार एथलेटिक्स में जब एथलीट गोला अथवा हैमर प्रक्षेपित करता है, तो इस स्थिति में इनका घनत्व ज्यादा होने के परणिामस्वरूप इनका संवेग बढ़ जाता है। जिसके फलस्वरूप वायु प्रतिरोधक बल की मात्रा नगन्य हो जाती है। लेकिन ठीक इसके प्रतिकूल बैडमिन्टन की शटल की बनावट तथा कम संवेगक होने के कारण उस पर वायु प्रतिरोधक बल की मात्रा अधिक होगी।

Scanned with CamScanner

टकराना
(Impact)

टकराना किसी दो वस्तुओं के मध्य होता है। अच्छा खिलाड़ी तथा प्रशिक्षक के लिए यह आवश्यक है कि वे अच्छे प्रदर्शन के लिए टकराना की अवधारणा को स्पष्ट समझे। फुटबॉल, क्रिकेट, टेनिस इत्यादि में टकराना की महत्ता को समझाना अतिआवश्यक है। क्योंकि टकराने के परिणामस्वरूप ही गति प्राप्त होती है।

लेकिन घुमाव के साथ टकराना को समझने से पहले उछाल के नियम को हम समझे खेलों में जब कोई उपकरण जैसे हॉकी स्टीक, रैकेट, क्रिकेट का बल्ला इत्यादि स्थिर तल अथवा स्थिर धरातल से टकराती है। यहाँ पर वस्तु का उछाल निम्न बातों पर निर्भर करता है:

1. वस्तु का स्थल से टकराने का को।
2. वस्तु तथा खेल उपकरण का द्रव्यमान।
3. वस्तु का प्रत्यास्थता गुणांक।
4. वस्तु की संपीड़यता।
5. वस्तु तथा तल का प्रकार।

उछाल तीन प्रकार की स्थितियों में सम्भव है:

(i) जब वस्तु स्थिर हो एवं उपकरण गतिमान हो। उदाहरणार्थ हॉकी को गेंद से मारना।

(ii) जब वस्तु गतिमान हो एवं स्थल स्थिर हो। उदाहरणार्थ बास्केट बॉल में।

(iii) जब वस्तु तथा उपकरण दोनों ही गतिमान हो। उदाहरणार्थ क्रिकेट गेंद को बल्ले से टकराना।

वस्तु का को तथा संवेग जिससे वस्तु उछाल लेगी वह निम्न बातों पर निर्भर करती है।:

Scanned with CamScanner

प्रत्यास्थता
(Elasticity)

प्रत्यास्थता किसी वस्तु के पदार्थ का वह गुण है जिसके कारण वस्तु किसी विरुपक बल के द्वारा उत्पन्न आकार अथवा रूप के परिवर्तन का विरोध करती है और जैसे ही विरुपक बल हटा लिया जाता है वस्तु अपनी पूर्व अवस्था में आ जाती है।

जो वस्तुएँ विरुपक बल को हटा लिए जाने पर अपनी पूर्व अवस्था को पूर्णत: प्राप्त कर लेती है वे पूर्ण प्रत्यास्थ कहलाती है। इसके विपरीत जो वस्तुएँ विरुपक बल को हटा लेने पर अपनी पूर्व अवस्था में नहीं लौटती, बल्कि सदैव के लिए विरुपित हो जाती है वे पूर्ण सुघट्य (Perfectly Plastic) कहलाती है। वास्तव में कोई भी वस्तु न तो पूर्ण प्रत्यास्थ होती है और न पूर्ण सुघट्य बल्कि सभी वस्तुएँ इन दोनों सीमाओं के अन्दर होती है। फिर भी मोटे तौर पर क्वार्टज को पूर्ण प्रत्यास्थ वस्तु तथा मोम व गीली मिट्टी को पूर्ण सुघट्य माना जा सकता है।

उदाहरणार्थ जब वॉलीबाल में खिलाड़ी टेनिस सर्विस करता है, और बॉल पर हाथों से प्रहार करता है जिसके परिणामस्वरूप वॉलीबाल का आकार तथा बनावट थोड़े समय के लिए बदल जाता है, परन्तु थोड़े समय के बाद वह अपनी आरंभिक अवस्था में वापस आ जाती है। यह ऐसा प्रत्यास्थता के कारण होता है।

प्रत्यास्थता गुणांक
(Coefficient of Elasticity)

प्रत्यास्थता गुणांक दो वस्तुओं की सापेक्षिक गतियों, टकराने से पहले का वेग एवं टकराने के बाद वस्तुओं के वेग के अनुपात के बराबर होती है इसके निम्नलिखित सूत्र है:-

$$\text{प्रत्यास्थता गुणांक} = \frac{\text{वस्तुओं के टकराने के बाद वेग में अन्तर}}{\text{वस्तुओं के टकराने से पहले वेग का अन्तर}}$$

$$C = \frac{v_2 - v_1}{v_1 - v_2}$$

Scanned with CamScanner

जब एक ही वस्तु हो एवं किसी तल से टकराने के बाद उसकी

प्रत्यास्थता $C = \frac{v_1}{u_1}$

यहाँ C = प्रत्यास्थता गुणांक

V_1 = प्रथम वस्तु के टकराने का वेग।

V_2 = द्वितीय वस्तु का टकराने के बाद वेग।

U_1 = प्रथम वस्तु टकराने के पहले का वेग।

V_1 = द्वितीय वस्तु टकराने के पहले का वेग।

यह सूत्र तभी लागू होता है जब दोनों वस्तुएँ गतिमान हो। जैसे लोग टेनिस में रिटर्न शॉट मारना है। परन्तु जब वस्तु स्थिर हो एवं दूसरी गतिमान हो जैसे फुटबॉल में पेनॉल्टी कॉर्नर मारते वक्त, तब ऐसी स्थिति में द्वितीय वस्तु का वेग शून्य माना जाता है।

यदि किसी वस्तु का प्रत्यास्थता गुणांक का मान 1 है तब वस्तु पूर्ण प्रतयास्थ होगी अर्थात वस्तु के टकराने के पश्चात् गतिज ऊर्जा में कोई भी कमी नहीं आयेगी। इस प्रकार के वस्तु पर से विरुपक बल हटाने पर वह अपनी पूर्व अवस्था को प्राप्त कर लेती है। ठीक इसके प्रतिकूल जो वस्तु विरुप बल हटाने पर अपनी पूर्ण अवस्था में नहीं लौटती बल्कि सदैव के लिए विरुपित हो जाती है, ऐसी वस्तु को पूर्ण सुघट्य कहलाती है। जैसा पहले हम इस संबंध में चर्चा कर चूके है। ऐसी वस्तुओं का प्रत्यास्थता गुणांक शून्य होना चाहिए।

प्रत्यास्थता गुणांक की तुलना

विभिन्न प्रकार के वस्तुओं की प्रत्यास्थताओं की तुलना करने के लिये सबसे आसान विधि यह है कि उनकी "ठीस" गोलियाँ उनकी ऊँचाई से किसी सख्त फर्श पर गिराया जाये। जिस पदार्थ की गोली फर्श से टकारने के बाद सबसे ऊँची उठेगी वही सबसे अधिक प्रत्यास्थ होगी। उदाहरणार्थ, यदि हम हाथी दाँत, रबड़ या गिली मिट्टी की गोलियाँ फर्श पर समान ऊँचाई से गिरायें तो फर्श से टकराने के पश्चात हाथी दाँत की गोली सबसे

Scanned with CamScanner

ऊँची उछलती है। रबड़ की कम, जबकि मिट्टी की गोली बिलकुल नहीं उछलती है। एवं वह स्थायी रूप से चपटी हो जाती है।

जब किसी वस्तु को किसी ऊँचाई से गिरायी जाती है तब वस्तु का प्रत्यास्थता गुणांक निम्न सूत्र से ज्ञात किया जाता है-

$$\text{प्रत्यास्थता गुणांक} = \frac{\text{वस्तु की उछाल की ऊँचाई}}{\text{वस्तु के गिराने की ऊँचाई}}$$

$$e = \frac{hb}{hd}$$

यदि गेंद तथा बल्ले का भार एवं उनकी आरम्भिक गतियाँ ज्ञात हो, साथी ही गेंद का प्रत्यास्थता गुणांक जो कि निश्चित होता है, तब गेंद किस वेग से बल्ले से टकराने के बाद वापिस जायेगी। इसके लिये हम निम्नलिखित सूत्र का प्रयोग करते है-

$$V_1 = \frac{(m_1 - em_2)u_1 + (1+e).m_2 - u_2}{m_1 + m_2}$$

यहाँ पर

V_1 = गेंद के टकराने के बाद वेग।

M_1 = बल्ले का वजन।

M_2 = गेंद का वजन।

U_1 = गेंद का बल्ले से टकराने से पहले वेग।

U_2 = बल्ले का गेंद से टकराने से पहले वेग।

यहाँ मैं यह स्पष्ट कर देना चाहेंगे कि वस्तु का उछाल उस पर लगाये गये बल एवं उसकी प्रत्यास्थता की मात्रा के अनुक्रमानुपाती होता है। वस्तु का विकृत होना एवं अपनी पूर्व अवस्था में वापिस आने के गुण के ऊपर भी निर्भर करता है।

Scanned with CamScanner