

# En kritisk analyse av bruken av horisontale hopptester i Return to Play ved ACL-skader

Skader på det fremre korsbåndet (ACL) er blant de mest alvorlige og vanlige idrettsskadene, spesielt i dynamiske ballidretter som fotball, håndball og basketball. Selv etter vellykket kirurgisk rekonstruksjon og en omfattende rehabiliteringsprosess, er risikoen for re-skader betydelig, med en reskaderate på 20-30 %. Dette antyder at dagens Return to Play (RTP)-protokoller kanskje ikke gir tilstrekkelig sikkerhet. Hopptester har siden 80-tallet vært sentrale i return to play-protokollen, men nyere forskning stiller seg kritiske til testenes validitet og reliabilitet. Denne artikkelen tar sikte på å utforske og kritisk vurdere bruken av hopptester som en del av Return to Play for utøvere i ACL-rehabilitering, og samtidig belyse potensielt bedre og mer moderne løsninger for fremtiden.



AV NIKOLAI HANSEN  
BJERKESTRAND  
FYSIOTERAPEUT

Hopptester har vært en integrert del av Return to Play-protokoller siden 1980-tallet. Disse testene ble introdusert som en enkel og effektiv metode for å vurdere funksjonell kapasitet etter ACL-rekonstruksjon. Hopptester ble populære på grunn av deres evne til å gi objektive målinger av utøverens styrke, eksplosivitet, og symmetri mellom skadet og friskt kne. Innledningsvis bestod protokollen kun av «Single leg hop test for distance» (SHD), eller ettbens hopp for lengde, om du vil. Testens enkelhet og evne til å gi klare, kvantitative resultater som var lette å tolke, gjorde testen svært populær blant klinikere på 80-tallet. I tillegg var det optimalt å følge utøverens fremgang gjennom hele rehabiliteringsprosessen, ettersom resultatene enkelt kunne sammenlignes over tid (1).

Ikke før på 1990-tallet ble de tre andre hopptestene introdusert i et testbatteri for å objektivt vurdere funksjonell ytelse, som en del av en kriteriebasert prosess for å returnere

til idrett (RTS). En studie fra 2020 publisert i *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, bekreftet at hopptester fortsatt er blant de mest brukte verktøyene for å vurdere RTP-status etter ACL-skader, hele 30 år etter sitt inntog (hopptestene kan du se i tabell 1) (1). Til tross for testenes populære seiersgang over tre tiår, stammer hopptestene fra en tid hvor forskere hadde begrenset kunnskap, forståelse og erfaring rundt kompleksiteten av korsbåndsskader (2). Selv om testene har blitt oppdatert over tid, har de grunnleggende prinsippene forblitt uendret. Dette har ført til at horisontale hopptester kanskje ikke lenger er tilstrekkelige for å møte kravene til moderne idrettsmedisin. Med en re-skaderate på mellom 20-30 % av alle utøvere som returnerer til idrett etter korsbåndrekonstruksjon, er det et økende behov for å oppdatere ACL-testprotokoller for å reflektere den moderne forståelsen av biomekanikk, muskelkraft og skadeforebygging (1).

## Limb Symmetry Index

For å kunne sette seg inn i fordelene og ulempene ved hopptester senere i artikkelen, er «Limb Symmetry Index» nødvendig å forstå seg på. Limb symmetry index (LSI) ble foreslått som en metode på 80-tal-



let for å vurdere sannsynligheten for en "funksjonell abnormalitet" i det skadde kneet. LSI beregnes ved å sammenligne prestasjonen til

Tabell 1: Hopp tester	Beskrivelse
<b>Single Leg Hop For Distance:</b>	Stå på ett ben og hopp så langt fremover som mulig, og land på samme ben. Hold balansen i minst to sekunder mens målingen av tåposisjonen registreres (målt til nærmeste cm).
<b>Triple Hop For Distance</b>	Utfør tre påfølgende hopp så langt som mulig og land på samme ben. Hold balansen ved siste landing i minst to sekunder mens målingen av tåposisjonen registreres (målt til nærmeste tittel av en cm).
<b>Single Leg 6m Timed Hop</b>	Utfør store ettbenshopp i serie over seks meter (tiden måles til nærmeste tittel av et sekund).
<b>Crossover Hop For distance / time:</b>	Utfør tre hopp så langt som mulig, der du krysser over en 15 cm bred markering ved hvert hopp, og hold balansen etter det tredje hoppet i to sekunder. Det første av de tre hoppene er lateralt i forhold til retningen for kryssingen (målt til nærmeste tittel av en cm).

det skadede benet med det friske benet, ofte uttrykt i prosent av frisk side. En LSI på 90 % eller mer blir ofte ansett som en indikasjon på at utøveren er klar for retur til idrett (3).

LSI beregnes ved å dele gjennomsnittet av testresultatene for det skadede benet med resultatene for

det friske benet, og deretter multiplisere med 100 for å få prosentvis forskjell mellom bena. Klinisk er LSI en enkel og rask metode som gir verdifulle data for både baseline og progresjon. Det er viktig for å avgjøre når en idrettsutøver er klar for å returnere etter ACL-skade, der verdier på 90 % eller høyere anses

Tabell 2 - Tester som kan brukes i LSI-protokoll
Star Excursion Balance Test (SEBT)
Maksimal isometrisk ekstensjonsstyrke i kne (quadriceps)
Maksimal isometrisk fleksjonsstyrke i kne (hamstrings)
Maksimal isometrisk fleksjonsstyrke i hofte (Abduktor- og adduktormuskulatur)
Laterale hopp tester
Vertikale hopp tester

Tabell 3 - Tillegskriterier før return to play
• Mindre enn 10 % tap i styrke i quadriceps og hamstrings
• Mindre enn 15 % tap i symmetri mellom beina på ettbenshopp-tester
• Mindre enn 3 mm økt fremre-bakre tibial forskyvning ved Lachmantest
• Fravær av væskeansamling
• Full bevegelighet i kneet
• Normal mobilitet av kneskålen
• Ingen eller kun lett kneskåls-knitring (krepetisjoner)
• Smertefrie aktiviteter uten hevelse

som tilfredsstillende. I LSI brukes stort sett hopp tester kombinert med andre fysiske tester. Disse testene kan justeres på egenhånd ut i fra målsetningen med rehabiliteringen (3). Det er uansett anbefalt å inkludere tester som fremhever pasientens styrke, kraft, eksplosivitet og balanse. Eksempler på dette ser du i tabell 2. Barber-Westin og kolleger har formet noen kriterier som måtte være godkjent før pasienten trygt kunne returnere til idrett. (4). Disse kriteriene kan du se i tabell 3.

### Begrensninger i horisontale hopp tester

Horisontale hopp tester er enkle, rimelige og forståelige verktøy for både klinikere og pasienter. De kan gjennomføres nesten hvor som helst, og er derfor praktiske i rehabiliteringsprosessen. Testene gir kvantitative data som hopplengde, symmetri mellom beina og en subjektiv vurdering av pasientens balanse. Disse dataene kan være nyttige i rehabiliteringen, men hopp testene har også tydelige begrensninger som gjør at de ikke fanger opp viktig biomekanisk informasjon. Testene kan ikke måle kraftutvikling, rate of force development (RFD), eksentrisk og konsentrisk styrke, proprioeksjon eller reaktiv styrke (5). Testene ble i utgangspunktet utviklet for sin enkelhet, ikke for å analysere avanserte kinetiske og kinematiske egenskaper (mer om disse egenskapene senere i artikkelen).

Manglende informasjon i horisontale hopp tester kan potensielt resultere i en feilvurdering av utøverens evne til å møte idrettsspesifikke krav og overskygge biomekaniske mangler. Hopp testene gir en overfladisk vurdering av symmetri og bevegelsessevne, men de overser de mer komplekse biomekaniske og nevro-muskulære egenskapene som er nødvendige for å sikre trygg idrettsutøvelse. Slike mangler kan øke risikoen for re-skader, spesielt i idretter som krever høy intensitet, koordinasjon og reaksjonsevne (2).

Vertikale hopp derimot, tester utøverens evne til å generere kraft rett oppover og utfordrer kneets stabilitet og kontroll i større grad.



Ved landingen må kneet absorbere store krefter og kvaliteten på denne landingen er en viktig indikator på kneets funksjon. Studier viser at vertikale hopp gir bedre innsikt i bevegelseskvalitet enn horisontale hopp, særlig etter ACL-rekonstruksjon. En studie av Wren og kolleger fremhever begrensningene i horisontale hoppstester og hvorfor vertikale hoppstester viser et større bilde av pasientens status. Deltakere som hadde gjennomgått korsbåndrekonstruksjon for seks måneder siden, ble testet i vertikale hopp og landingsegenskaper. Delta-gerne hadde signifikante mangler i vertikale, plyometriske egenskaper som landingskontroll og eksentrisk styrke, selv om lengden i horisontale hoppstester viste 92 % symmetri (6). Dette viser at en utøver som scorer over 90 % symmetri i de horisontale hoppstestene kan ha skjulte mangler i evnen til å absorbere eller utøve kraft på en effektiv måte.

Noe av det samme ble oppdaget i studien til Kotsifaki med kolleger (2). Utøvere med ACL rekonstruksjon ble testet i både horisontale og vertikale hopp. Disse utøverne hadde en LSI på 97 % i horisontale hopp, men oppnådde kun 83 % symmetri i vertikal ettbens hopp (SLJ) og 77 % symmetri i ettbens drop jump (DJ) (2). Forskningen viser at det er vanskeligere å oppnå symmetri i vertikal hopp høyde enn i horisontal hopp lengde. Vertikale hoppstester er vanskeligere «å jukse» med, fordi det ikke er mulig å skape moment som i f.eks triple hop for distance, 6m timer hop og cross-over test. Hopp lengde gjenopprettes ofte tidligere i rehabiliteringen, og det viser seg at pasienter skaper kompensasjonsmønstre i hofter og ankelmuskulatur, som skygger over kneets funksjon (2). Resultatene i horisontale hopp kan dermed føre til en overvurdering av pasientens rehabiliteringsstatus. Selv om utøverne har bestått tester for retur til idrett, viser vertikale hopp fortsatt betydelige funksjonsunderskudd og gir tydeligere funn på utøverens neuromuskulære funksjonsmangler. Dette er viktig å avdekke før retur til idrett!

I tillegg er vertikale hopp relevante for sprinthastighet, fordi de deler felles biomekaniske og nevro-muskulære faktorer. Både sprint og hopp krever eksplosiv styrke og rask kraftutvikling, spesielt i hofter, knær og ankler, som fører til en «trippel ekstensjon». Kraftfull trippel ekstensjon oppstår i maksimal sprintytelse, spesielt i akselerasjonsfasen (0-20 meter).

Mange eksperter er enige om at de tradisjonelle hoppstestene bør suppleres med mer avanserte vurderingsmetoder. Tester som dynamisk stabilitet, bevegelseskontroll og biomekanisk analyse kan gi dypere innsikt i utøverens totale nevro-muskulære kapasitet. Det er trolig tid for en fornyelse av RTP-protokollen, og at horisontale hoppstester alene ikke er tilstrekkelige nok for return to play.

### **Vertikale hoppstester i return to play**

Fremre korsbåndsrupturer skjer ofte ved plutselige vridninger eller ved akselerasjons- og bremsesituasjoner i idrett. Skademekanismen involverer vanligvis en kombinasjon av kraftig rotasjon og høye belastninger på kneet. Under vertikale hopp må kneet absorbere betydelig kraft ved landingen, noe som simulerer de høye belastningene og rotasjonskreftene. Disse hoppene utfordrer utøverens evne til å generere eksplosiv kraft, eksentrisk styrke og nevro-muskulær kontroll. I tillegg er det enklere å observere pasientens valgusering og landingsteknikk (5). Følgende vertikale hoppstester belyser nettopp disse kvalitetene og bør inkluderes i en RTP-protokoll:

#### **1. Countermovement Jump (CMJ):**

CMJ er en vertikal hoppstest som måler eksplosiv kraftutvikling. Utøveren starter stående, bøyer raskt knærne og hoftene, og hopper deretter så høyt som mulig ved å strekke ut knær, hofter og ankler, en såkalt trippel-extension. Armene skal holdes på hoften igjennom hele hoppet. Hopp høyden måles, ofte ved hjelp av kontaktmatt eller apper som beregner flyvetid. Mer om dette senere i artikkelen (5).

#### **2. Single-Leg Jump (SLJ):**

SLJ gjennomføres på ett ben og må-

ler utøverens evne til å utvikle kraft og opprettholde stabilitet i ett ben. Utøveren bøyer kneet og hoften på det ene benet før de hopper oppover, og lander på samme ben. Testen vurderer både kraftutvikling og evnen til å kontrollere landingen, noe som er viktig for å identifisere asymmetrier mellom bena (5).

#### **3. Drop Jump (DJ):**

DJ, eller fallhoppstest, tester utøverens evne til å utvikle eksplosiv kraft etter en reaktiv landing. Utøveren starter stående på en forhøyning, slipper seg ned fra kanten, og hopper umiddelbart opp så høyt som mulig etter å ha landet. Dette måler både den reaktive styrken og kneets evne til raskt å absorbere og generere kraft, noe som er spesielt viktig i idretter som krever raske retningsendringer (5).

### **Kraftplattformer og kinetiske data**

Selv om vertikale hopp gir oss tilleggsinformasjon om flere biomekaniske egenskaper, kreves det en grundigere analyse med nøyaktige data om pasientens neuromuskulære status. Ulike plyometriske kraftplattformer kan gi oss nyttig og nødvendig data om pasientens fysiske status, men tidligere har kraftplattformer vært økonomisk uoppnåelig for de fleste klinikere. I 2024 er kraftplattformer rimeligere og mer tilgjengelig enn noen gang. Det finnes ulike teknologiske plattformer som måler mange av de biomekaniske egenskapene som er relevante i en moderne return to play protokoll, men det finnes også billigere løsninger som gir adekvat informasjon (5). Disse rimeligere alternativene kan du lese mer om lenger ned i artikkelen.

For å kunne forstå mer om biomekaniske egenskaper i vertikale hoppstester, brukes Vald Performance sine «Force decks» som et eksempel (7). Disse avanserte systemene gir en detaljert analyse av kraften som genereres i hver fase av en bevegelse, inkludert eksentrisk og konsentrisk kraftutvikling, landing og stabilisering. Ved å analysere kraftkurvene kan klinikerne identifisere asymmetrier og kompensasjonsmønstre, for å identifisere subtile avvik i pasientens funksjon som ikke er synlige

med det blotte øye. Her er en nærmere gjennomgang av hvorfor disse dataene er viktige (5).

### Måling av eksentrisk og konsentrisk kraft

En stor fordel med kraftplattformer er dens evne til å måle både eksentrisk og konsentrisk kraftutvikling. I mange tilfeller vil utøvere som har gjennomgått ACL-rehabilitering ha tilstrekkelig konsentrisk styrke (kraft i selve hoppebevegelsen), men svakheter i eksentrisk styrke (kraften som kontrollerer landingen). Svak eksentrisk kontroll kan resultere i ustabile landinger, noe som øker risikoen for økt knebelastning i ugunstige posisjoner under høyintensitetsbevegelser. I studien utført av Baumgart og kolleger, ble det påvist at den eksentriske bremseimpulsen hos utøvere ni måneder etter korsbåndskonstruksjon var på samme nivå som hos friske individer. Imidlertid viste intervensjonsgruppen en betydelig lavere rate av eksentrisk kraftutvikling. Enkelt forklart betyr dette at bremsekraften i en bevegelse er adekvat, men bremsehastigheten er forsinket. Hurtig eksentrisk kraft er avgjørende for prestasjon og forebygging i idretter som krever hurtige retningsendringer og bremsebevegelser (8).

Force Decks gir en klar indikasjon på hvorvidt utøveren har oppnådd tilstrekkelig eksentrisk kraftutvikling og eksentrisk hastighet, som er viktig for å sikre kontrollert landing, retningsforandring og redusere risikoen for re-skade. Dette er informasjon som ikke fanges opp i tradisjonelle hopptester.

### Reaktiv styrke

En annen viktig parameter som kan måles med kraftplattformer, er reaktiv styrke. Reaktiv styrke betyr hvor raskt en utøver kan generere kraft etter landing. I idretter som krever raske og eksplosive bevegelser, er denne ferdigheten avgjørende. Horizontale hopptester måler imidlertid ikke tidskomponenten ved kraftutvikling, noe som kan skjule svakheter hos en utøver som har god generell styrke, men ikke er i stand til å reagere raskt nok på plutselige belastninger. Reactive Strength In-



dex (RSI) måler en utøvers evne til å raskt overføre kraft fra en eksentrisk bevegelse til en konsentrisk kontraksjon, kjent som stretch-shortening cycle (SSC) (5). Denne indeksen er viktig for å vurdere fremgang i styrke og eksplosivitet og brukes til å evaluere:

- Plyometrisk kapasitet: Hvordan utøveren håndterer øvelser som krever raske, eksplosive bevegelser
- Akselerasjon: Evnen til å akselerere raskt
- Reaktiv styrke: Effektiviteten til å generere kraft etter at muskulaturen er satt på strekk
- Stretch-shortening cycle: Effektiviteten i overgangen mellom strekk og sammentrekning

**Hvordan teste RSI:** RSI måles gjennom en drop jump (eller depth jump). Utøveren står på en boks eller plattform, hopper ned, lander og hopper umiddelbart opp igjen. Målene som registreres inkluderer kontakttid i bakken og høyde oppnådd (RSI beregnes ved å bruke formelen:  $RSI = \text{Hoppshøyde} / \text{kontakttid}$ ) (5).

### Individuell tilpasning av rehabiliteringsprogram

En stor fordel ved bruk av kraftplattformer som Force Decks er mulig-

heten for å tilpasse et rehabiliteringsprogram basert på spesifikke mangler hos den enkelte utøver. Siden plattformene gir detaljert informasjon om ulike aspekter av kraftutvikling og bevegelseskvalitet, kan terapeuter skreddersy rehabiliteringsprogrammet for å adressere utøverens unike utfordringer. For eksempel kan en utøver som viser svakheter i eksentrisk kraftutvikling få øvelser som spesifikt fokuserer på å forbedre landingskontroll, mens en utøver med dårlig reaktiv styrke kan trenge plyometrisk trening for å forbedre hastigheten i kraftutviklingen (5).

Andre plattformer, som AMTI og Bertec, gir lignende muligheter for individualisering, men Force Decks utmerker seg ved å være mer brukervennlig og klinisk relevant i daglig praksis. I tillegg integreres disse plattformene enkelt med programvare, som gjør det mulig å analysere data i sanntid og gjøre justeringer underveis i rehabiliteringen (5).

### Billigere og nyttige verktøy i vertikal hopptesting

Vertikale hopptester kan gi verdifull innsikt i rehabiliteringsprosessen selv uten dyrt utstyr. Enkle, rimelige verktøy som kontaktmatter, smart-





Countermovement Jump

telefon-apper, videoanalyse, målebånd og subjektive vurderinger kan alle brukes til å evaluere forskjellige aspekter av utøverens ytelse (2).

#### Kontaktmatter:

Kontaktmatter er et rimelig og brukervennlig verktøy som måler flyvetid og bakkekontaktstid under hopp, og som dermed kan gi nøyaktige estimater av hopp høyde. Denne typen teknologi kan enkelt brukes i klinikker uten behov for avanserte biomekaniske systemer.

- Countermovement Jump (CMJ): Klinikerne kan bruke kontaktmatter til å måle flyvetiden og beregne hopp høyden, som er en god indikator på kneets kraftutvikling.

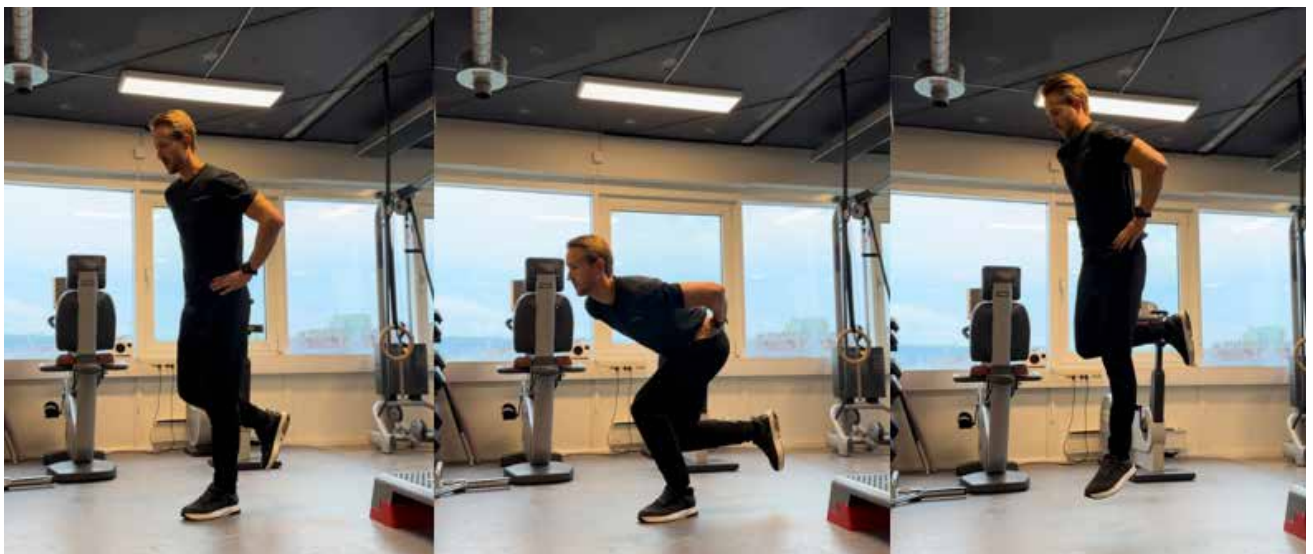
- Single leg hop test (SLJ): Ved å bruke samme prinsipper kan hopp høyde og symmetri mellom bena vurderes for å identifisere kneets funksjonsstatus.
- Drop Jump (DJ): Kontaktmatter kan også gi verdifull informasjon om den reaktive styrkeindeksen (RSI), som beregner forholdet mellom flyvetid og bakkekontaktstid. Dette gir klinikerne informasjon om eksplosiviteten og kvaliteten på landingen.

#### Bruk av smarttelefon-apper:

Det finnes mange apper som bruker kameraet på en smarttelefon til å beregne hopp høyde ved å analysere flyvetid og kontakt med bakken.

Et eksempel er appen «My jump». Disse verktøyene kan gi raske resultater som er pålitelige og tilgjengelige i kliniske settinger.

- CMJ: Apper kan måle flyvetid og gi en beregning av hopp høyde.
- SLJ: Hopp høyde kan måles, og my jump kan også sammenligne ytelsen på høyre og venstre ben for å avdekke asymmetri.
- DJ: Smarttelefon-apper kan også brukes til å måle RSI ved å analysere den reaktive fasen under dropphoppet. My jump har egen klokke som kan vise hvor lang kontaktstid utøveren har i bakken og hvor lang tid utøveren er i luften. Med formelen  $RSI = \text{Hopp høyde} / \text{kontaktstid}$ , kan man re-



Single leg jump



Drop Jump (to beins hopp – kan også gjøres som ettbens hopp)

lativt nøyaktig regne seg frem til RSI uten dyre kraftplattformer.

#### Videoanalyse:

Selv om biomekaniske systemer gir mer presis informasjon, kan videoanalyse være et effektivt alternativ. Ved å filme hoppet og bruke langsom avspilling kan klinikere vurdere landingskontroll, knevalgus og generell teknikk.

- CMJ: Videoopptak kan avsløre svakheter i utøverens teknikk, som dårlig knebøyposisjon eller utilstrekkelig eksplosivitet ved take-off.
- SLJ: Video kan brukes til å sammenligne landingskontroll og asymmetri mellom bena.
- DJ: Videoanalyse kan være spesielt nyttig for å vurdere bakkekontaktid, landingskvalitet, og utøverens evne til raskt å skape kraft i den reaktive fasen.

#### Målebånd og manuelle målinger:

En enkel tilnærming som fortsatt gir verdifull informasjon er å bruke målebånd for å registrere hopp høyde fra markører på veggen eller gulvet. Dette gir en enkel, men effektiv måte å vurdere ytelse på over tid. Hvis alle andre løsninger ikke er tilgjengelig, er vertikal hopp høyde en nødvendig parameter å inkludere i horisontale hopptester. Spesielt SLJ som gir bilateral sammenligning.

#### Subjektiv vurdering:

Kliniske vurderinger basert på ob-

servasjoner av utøverens teknikk og landingskontroll kan være verdifulle. Dette krever at klinikeren er oppmerksom på tegn på ustabilitet i kneet, manglende balanse, eller feil bevegelser som kan tyde på risiko for gjenopprettet skade.

- CMJ: Klinisk vurdering kan se etter jevn bevegelse uten knevalgus og tilstrekkelig kraftutvikling.
- SLJ: Observasjon av landingen kan avsløre om utøveren er i stand til å absorbere kraften riktig eller om det er synlige svakheter i kneet.
- DJ: Vurdering av bakkekontaktid og utøverens evne til raskt å reagere etter landingen er viktig for å vurdere nevro-muskulær kontroll.

#### Oppsummert

Selv om horisontale hopptester lenge har vært en populær og enkel metode for å vurdere funksjonell kapasitet i kneet etter ACL-skade, viser ny forskning at disse testene ikke nødvendigvis gir et komplett bilde av en utøvers rehabiliteringsstatus. De horisontale testene mangler evnen til å måle viktige biomekaniske og nevro-muskulære faktorer som kraftutvikling, eksentrisk kontroll og reaktiv styrke, noe som kan føre til en overvurdering av utøverens evne til å returnere til idrett.

Studier har vist at vertikale hopptester, som Countermovement Jump (CMJ), Single-Leg Jump (SLJ) og Drop Jump (DJ), gir en dypere forståelse

av kneets funksjon ved å utfordre stabilitet, eksplosiv kraft og landingskontroll – som alle er faktorer som er essensielle for å redusere risikoen for re-skade. Videre tilbyr kraftplattformer som Vald Performance Force Decks verdifulle kinetiske data som muliggjør en presis vurdering av både eksentrisk og konsentrisk kraftutvikling, hastighet, samt reaktiv styrke. Dette gir fysioterapeuter muligheten til å individualisere rehabiliteringsprogrammer og sikre en tryggere og mer effektiv retur til idrett.

I lys av dagens kunnskap er det klart at horisontale hopptester alene ikke er tilstrekkelig for å gi et komplett bilde av en utøvers RTP-status etter ACL-rekonstruksjon. For å bedre forstå og håndtere risikoen for re-skader, bør vertikale hopptester og avanserte kinetiske vurderingsmetoder inkluderes som en del av en modernisert RTP-protokoll. Denne tilnærmingen vil ikke bare sikre en tryggere tilbakekomst til idrett, men også bidra til å redusere den høye re-skaderaten som er et vedvarende problem etter ACL-skader.

Se kilder/referanser side 48