

VOORSTE KRUISBAND PROTOCOL

APRIL 2025



VKB UNITED

— BREDA —

AmphiA

BERGMAN
CLINICS

Inhoudsopgave

Inleiding	2
Milestone 1 – Happy knee (eerste fase & pitfalls).....	5
Goals.....	5
Criteria voor milestone één.....	5
Do's.....	5
Dont's.....	5
Overwegingen.....	6
How To.....	6
Pitfalls.....	6
Milestone 2 – Return to Running.....	8
Goals.....	8
Criteria voor milestone twee.....	8
Do's.....	8
Dont's.....	8
How To.....	8
Milestone 3 – Return to Change Of Direction (COD) & Agility.....	11
Goals.....	11
Criteria voor milestone drie.....	11
Do's.....	12
Dont's.....	12
Change of Direction (COD).....	12
How To.....	12
Agility.....	14
How To.....	14
Milestone 4 – Return to Sports.....	16
Goals.....	16
Criteria voor milestone vier.....	16
Do's.....	16
How To.....	17
Literatuurlijst.....	20



Inleiding

De revalidatie vindt plaats aan de hand van key performance indicators (KPI's) die voor iedere sporter en sport verschillend zijn. Maar door deze KPI's helder te hebben aan de start van de revalidatie door het gebruik van een backward design (Chia et al., 2022) kan toegewerkt worden naar de milestones (Kotsifakis et al., 2023).

Geadviseerd wordt dat iedere revalidatie individueel moet worden benaderd waarbij er constant gemonitord wordt waardoor individuele revalidatieprogramma's worden afgestemd op persoonlijke doelstellingen, testresultaten en het behalen van deze milestones.

Het met regelmaat objectief beoordelen van deze KPI's ter hoogte van elke milestone maakt dat het revalidatie traject specifiek is voor de sporter en de fase van de revalidatie waarin hij zich bevindt.

Er dient gedurende de gehele revalidatie een graduele progressie in de context van de sport plaats te vinden en men werkt toe naar RTS middels het controlled chaos continuum (Taberner et al., 2022; 2025)

Letsel aan de voorste kruisband is een veelvoorkomende blessure onder high-impact en pivoting sporten, waarbij er een hoger risico geldt voor vrouwen ten opzichte van mannen (Bram et al., 2020; Chia et al., 2022). De realiteit is, dat slechts 65% van de patiënten die een VKB-reconstructie ondergaan, daadwerkelijk terugkeren naar het niveau van sport van voor de blessure (Ardern et al., 2014). Na succesvolle return-to-sport wordt de recidiefkans beschreven tot wel 23-40%. Ondanks de grote hoeveelheid wetenschappelijk onderzoek, is er geen consensus over welke RTS criteria we kunnen hanteren om te voorspellen/ beargumenteren wie wel en wie niet succesvol zal terugkeren naar sport. Dit betekent niet dat we niet moeten testen, want onderzoek laat duidelijk zien dat het behalen van de RTS criteria, het risico op recidiefletsel tot 60% laat afnemen (Webster et al., 2019) echter, slechts 23% van de patiënten behaalt daadwerkelijk deze criteria (Webster et al., 2019).

In de eerstelijns (sport)fysiotherapeutische praktijk ligt een belangrijke rol weggelegd voor het optimaal invullen, en waarborgen van de kwaliteit van dergelijke revalidatietrajecten. Om de kwaliteit te verbeteren hebben we de invulling van deze trajecten (en in het bijzonder de VKB-revalidatie) herzien. Dit document geldt als richtlijn die we allen zullen hanteren in de langdurige (sport)revalidatie trajecten [VKB-trajecten].

Tijd is een indicatie, velen halen dit niet. Gebruik de beschreven criteria!!

Algemene informatie

Algemene uitleg t.a.v. tijdslijn langdurige (sport)revalidatietrajecten.

Het voorste kruisband traject is grofweg opgedeeld in vier fasen (met bijbehorende milestones), die ongeveer overeenkomen met een aantal maanden in de revalidatie. De criteria, behorend bij de milestones, zijn leidend, niet de maanden.

Dit betekent dus, dat ook al is iemand drie maanden aan het revalideren, als de criteria voor return-to-running niet behaald zijn- nog niet gestart kan worden met hardlopen.

Specifieke uitleg en richtlijnen voor inhoud van de fasen worden verderop in het document uiteengezet.

Hieronder een opsomming van de milestones:

1. Happy knee (eerste fase & pitfalls);
2. Return to running (RTR);
3. Return to change of direction/agility;
4. Return to sport.

Tijdens de intake is het van belang dat concreet besproken wordt welke doelstellingen in de gewenste context van de cliënt behaald dienen te worden. Het redeneren vanuit de context waarin de cliënt dient te bewegen zal de gewenste duidelijkheid scheppen, wat zal leiden tot een logisch plan. Hierin is het van belang dat naast het fysiotherapeutische proces wordt besproken wat de relevantie is van een intake bij de diëtist en dient te worden ingeschat welke behoefte er aan informatie/sturing is op het gebied van het sociaal-mentale aspect. Een langdurige revalidatie heeft niet alleen impact op de fysieke capaciteiten en mogelijkheden maar heeft ook effect op de cliënt als persoon.

De cliënt heeft (meestal) na twee, zes en twaalf weken een afspraak ter controle bij de orthopeed/ fysiotherapeut. Zorg ook dat deze afspraken helder zijn, zodat na zes en twaalf weken contact met de behandelende orthopeed kan worden gelegd omwille van feedback en het versterken van de samenwerking.

Elke milestone wordt op dezelfde manier opgebouwd - een overzichtelijke weergave van de:

- Goals;
- Criteria - voor het behalen van de doelstellingen;
- Do's & don't's - waar ligt de focus en wat adviseren wij om in deze fase niet te doen;
- How to - suggesties voor training, denk aan: krachttraining, plyometrie, accelereren/decelereren etc..

Elke milestone bevat een overzichtelijke box met suggesties voor (kracht)training. Dit is een richtlijn en dient niet gezien te worden als een 'recept voor succes'. Bijgevoegd vinden jullie een advies over sets, herhalingen en de intensiteit van training. Herkenbaar zal de progressie van hypertrofie, naar maximale krachttraining, naar explosieve krachttraining (rate of force development) zijn. De krachttraining dient, conform het 'backwards design' (Chia et al., 2022) geïndividualiseerd te zijn en gericht op de uiteindelijke prestatie context. Maak hier bewust keuzes in!

Variabiliteit: het idee is vooral dat je tijdens het uitvoeren van de training gaat proberen te bewegen vanuit een *repetition without repetition*-ethos (Bernstein, 1967). Hierin varieer je veelvuldig binnen eenzelfde beweegpatroon, laten we de squat als voorbeeld nemen.

Het patroon van de squat blijft hetzelfde, maar je varieert in de volgende 'parameters':

- Snelheid van bewegen;
- Voetpositie
- Range of motion
- Gewicht
- Grip
- ...

Deze variatie in training kan mogelijk een positieve impact hebben op onze motor-variabiliteit - een belangrijke eigenschap van gezond beweeggedrag. Niet alle oefeningen hoeven altijd gevarieerd te worden - kies hierbij zorgvuldig. Als je bezig bent met maximale krachtverbetering en dus traint met zware load, hoef je niet zo veel te variëren, houd het veilig!

Vanuit de stuurgroep proberen wij de onderbouwing voor deze keuzes zo veel mogelijk wetenschappelijk te onderbouwen. Jullie vinden in dit protocol veel verwijzingen naar (recente) literatuur die jullie nog meer inzicht kunnen geven in gemaakte keuzes. Deze referenties bevatten vaak praktische tips en tricks voor jullie trainingen. We willen jullie daarom ook vragen om deze referenties te lezen ter aanvulling op dit protocol!

Goals

Postoperatieve fase week 1-6 - Complicaties postoperatief

1. **Wondproblemen:** bij persistierend lekkende wond of niet genezend wond na 5-7 dagen, roodheid, toename pijn, verdenking huidinfectie (erysipelas). Contact met afdeling/kliniek/ziekenhuis voor (spoed)beoordeling of rechtstreeks met behandelende orthopeed via Siilo;
2. **Koorts:** contact behandelaar Contact met afdeling/kliniek/ziekenhuis voor (spoed)beoordeling;
3. **Diep veneuze trombose (DVT).** Rood, glanzend, pijnlijk been. Contact met afdeling/kliniek/ziekenhuis voor (spoed)beoordeling;
4. **Longembolie.** Kortademigheid, pijn op de borst, pijn vastzitten in de ademhaling. Contact 112.

Postoperatieve doelen week 2-4

1. Pijnmanagement;
2. Reduceren zwelling;
3. Full range of motion, voorkomen extensiebeperking.

Criteria voor milestone één

- 🎯 ROM flexie 75%;
- 🎯 Full ROM extensie;
- 🎯 Actief looppatroon, behoud van 0 graden extensie bij heelstrike/ late midstance-heel off;
- 🎯 Zwelling, test resultaat: trace (gemeten met de stroketest volgens Sturgill et al., 1995);
- 🎯 Pijn NPRS <3;
- 🎯 Actieve vrijwillige quadriceps aanspanning in 0 graden extensie;

Stroketest

Grade	Test Result
Zero	No wave produced on downstroke
Trace	Small wave on medial side with downstroke
1+	Larger bulge on medial side with downstroke
2+	Effusion spontaneously returns to medial side after upstroke (no downstroke necessary)
3+	So much fluid that it is not possible to move the effusion out of the medial aspect of the knee

Reproduced from Sturgill et al. 1995

Do's

- ✓ Bij twijfel over revalidatieproces of verandering van klachten of stagnatie van revalidatie met of zonder trauma, die niet in de lijn liggen van het verwachte herstel. Overleggen met kliniek/ziekenhuis voor adviezen;
- ✓ Koelen (cryotherapie) in de eerste postoperatieve fase. Geassocieerd met minder pijn en medicatiegebruik en betere flexie;
- ✓ Direct actieve range of motion. Volledige extensie behalen 2-4 weken postoperatief;
- ✓ Direct 100% belast mobiliseren, behoudens anders beschreven in de postoperatieve instructies;
- ✓ Isometrische krachtoefeningen. Effect op sneller flexie herstel, niet op quadricepskracht.

Dont's

- ✗ Continuous passive motion (CPM);
- ✗ Vibratie therapie;
- ✗ Impact vormen (springen, rennen e.d..).

Overwegingen

1. Low blood flow restriction training. Met name indien patiënten door pijn gehinderd worden in hun revalidatie;
2. Neuromusculaire elektrische stimulatie (NMES). In de eerste fase om spieractivatie te verkrijgen en disuse te minimaliseren;
3. Aanbieden ondersteuning op mentaal gebied, sportpsycholoog/ PS fysiotherapeut (holistische aanpak). Aandacht voor mentale welzijn;
4. Optimaliseren herstel door voeding (diëtist).

How To?

Krachttraining

Type training	Reps	Sets	RPE
Isometrie (overcoming - extensief)	2-4 (10-30 seconden vasthouden)	1-3	6-7
Isometrie (overcoming - intensief)	2-5 (3-10 seconden vasthouden)	2-4	7-8
Hypertrofie	8-12	3-4	7

Pitfalls

1. Persistierende extensiebeperking (4-6 weken). Contact orthopeed voor overleg en eventueel orthopedisch consult;
2. Anterieure knie pijn. Hierop belasting aanpassen;
3. Persistierende hydrops. Hierop belasting aanpassen. Eventueel herstart NSAID 1-2 weken. Bij persistierende hydrops contact behandelaar;
4. Pitfalls per graft optie. BPTB geassocieerd met meer pijnklachten en anterieure kniepijn. Meer moeite met quadriceps of hamstring-activatie afhankelijk van type graft.

VKB reconstructie graft-type

Quadriceps	Let op patellofemorale klachten en tendinopathieën van lig. patella/apexitis Let op extensie en vroege quadriceps-activatie eventueel met behulp van NMES
Hamstring	Let op extensie en patellofemorale klachten
Patellapees (PBTP)	Let op patellofemorale klachten en apexitis
Donor	Geen donor site morbiditeit Grotere kans op re-ruptuur

VKB revalidatie + toevoeging	
<u>Additionele ingreep</u>	<u>Verandering beleid t.o.v. standaard VKB revalidatie protocol</u>
Lemaire, ALL, Menisectomie	Geen
Meniscopexie	6wk lopen met 2 krukken, 50% belasten, max ROM 90/0 (GEEN mobilisaties naar hyperextensie)
Root Repair	6wk lopen met 2 krukken, aantappend belasten, max ROM 90/0 (GEEN mobilisaties naar hyperextensie)
MCL	6wk graden brace 0-90, mobiliseren op geleide van klachten 100%
LCL repair	6wk graden brace
PLC repair (Arciero/LaParde)	6wk graden brace; wk 1-2 = 5-30 graden, wk 3-4 = 5-60 graden, wk 5-6 = 5-90 graden. Vermijden hyperextensie. Mobiliseren op geleide van klachten 100%



17 Controles ziekenhuis

Controleafspraken worden vermeld op het operatieverslag.

Goals

Binnen 10 tot 14 weken, aan de hand van onderstaande criteria, starten met hardlopen.

Criteria voor milestone twee

- 🎯 Full ROM extensie;
- 🎯 ROM flexie 95%;
- 🎯 Actief looppatroon, behoud van 0 graden extensie bij heelstrike/ late midstance-heel off;
- 🎯 Zwelling, 0/trace;
- 🎯 Pijn NPRS <3;
- 🎯 Kracht (quadriceps LSI >70%) d.m.v. de handhelddynamometer bij gebrek aan Xrm-meting (cave: vertraagt na BTB en quadriceps graft); (idealiter, indien niet helemaal gehaald, maar de rest van de criteria wel mag het toch geprobeerd worden)
- 🎯 Pogo's (pijnvrij);
- 🎯 PROM's IDKC score >64.

Chia 2022; de Fontenay 2021; Kline 2016; Kotsifaki 2023; Rambaud 2018; Sayer 2024; van Melick 2016; van Cant 2022

Do's

- ✓ Hypertrofietraining (tegen het einde wellicht de switch richting maximale krachttraining);
- ✓ Low-impact plyometrie bipodaal met progressie naar unipodaal;
- ✓ Uithoudingstraining op bijvoorbeeld: assault-bike, crosstrainer, roeiergometer.

Dont's

- ✗ (On)geplande richtingsveranderingen.

How To?

Krachttraining

Type training	Reps	Sets	RPE
Isometrie (overcoming – intensief)	2-5 (3-10 seconden vasthouden)	2-4	7-8
Hypertrofie	8-12	3-4	7-8
Maximale kracht	1-5	3-5	8-9

Stretch-Shortening Cycle

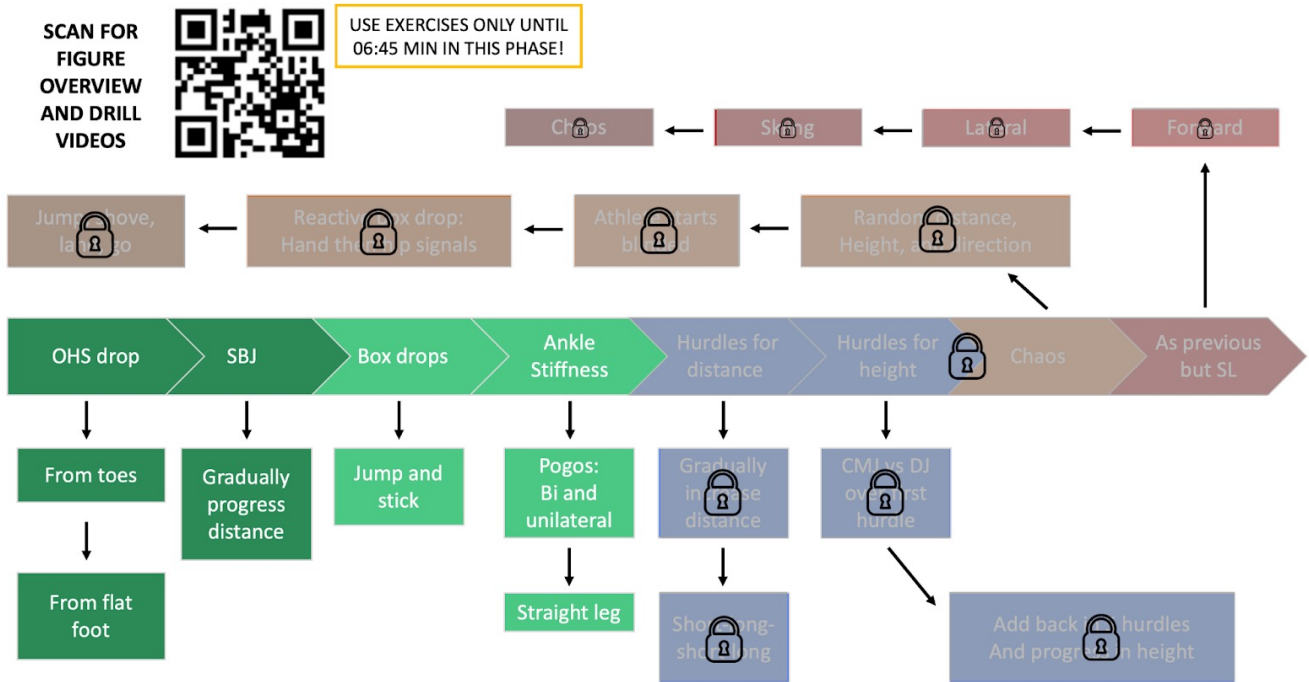


Figure 5. Progressive SSC drills. OHS drop = the athlete starts in an overhead squat position, before dropping rapidly into the base position. SBJ = standing broad jump, where the athlete rehearses and feels the contrast of soft (compliant) landings where the focus is on the dissipation of forces. CMJ = countermovement jump, DJ = drop jump, and SL = single leg jump. Athlete starts 'blinded' means that until the athlete turns and faces the hurdles, they have no idea what to expect – they must immediately go and figure out the best solutions while they complete the task. Reactive box drop = the athlete steps from the box at which time the coach will move and the athlete must position appropriately at landing to give chase. Jump, shove, land, go = athletes jump and bump in mid-air, before landing and traveling in a predefined then unscripted direction (A.N. Turner et al., 2021).

De oefeningen in figuur 5 zijn bedoeld om de ontwikkeling van de Stretch-Shortening Cycle (SSC) te ondersteunen, wat essentieel is voor explosieve kracht en efficiënte bewegingen. Tot **6:44** in het filmpje worden oefeningen getoond die relevant zijn voor deze milestone; latere oefeningen vallen onder de volgende fase. De voorbeelden in het filmpje zijn slechts één manier om SSC te trainen en moeten niet als vaste richtlijn worden gezien. Het is belangrijk om variatie toe te passen in oefenvormen, zoals verschillende spronghoogtes, ondergronden en reactieve componenten, om stagnatie te voorkomen en de training af te stemmen op de individuele behoeften van de atleet.

Uithoudingsvermogen

Figuur 1 (De Fontenay et al., 2021) toont de progressie van het geïndividualiseerde hardloopschema, waarbij de opbouw wordt afgestemd op de mate van reactiviteit van de knie. Het schema benadrukt het gebruik van intervallen als een veilige methode om het uithoudingsvermogen geleidelijk op te bouwen. Het startniveau, de duur, de intensiteit en de stapgrootte in het schema verschillen per individu en worden bepaald op basis van factoren zoals basisconditie, mate van getraindheid en de belasting tolerantie van de knie.

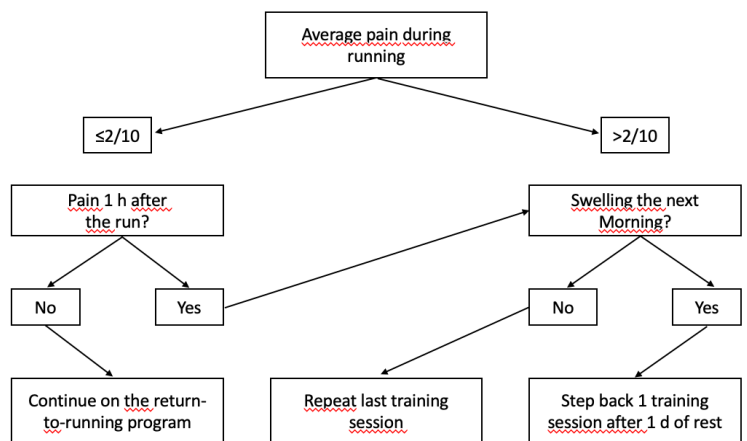


Figure 1. Return to running progression algorithm. Progression was based on the pain and swelling experienced by the patient.

◆ Plyometrische vormen

- Bipodaal plyometrisch vermogen: verticaal en voorwaarts;
- Bipodale laterale landingen;
- Bipodale reactieve landingen met/zonder verstoring;
- Bipodaal geladen excentrische krachtontwikkeling;
- Sneller dribbelen op de plaats;
- Voor- achterwaarts- zijwaarts rennen;
- Gewichtsverplaatsing bij hogere snelheid;
- Voorbereiden op versnellen;
- Unipodale voorwaartse progressies met verstoringen;
- Unipodaal geladen excentrische krachtontwikkeling;
- Unipodale concentrische krachtontwikkeling;
- Voorbereiden op 'cutting';



Goals

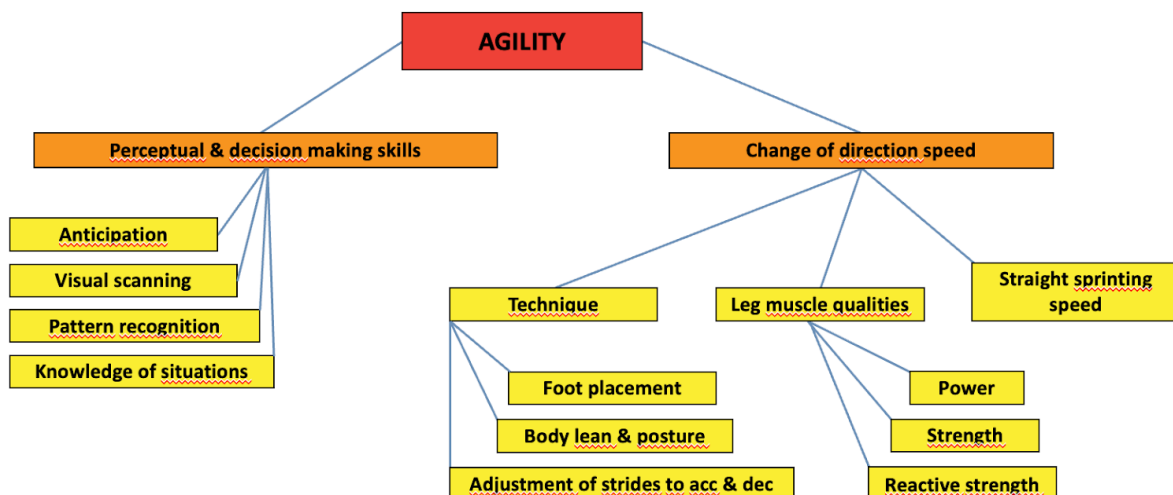
Binnen een periode van 24 weken aan de hand van onderstaande criteria starten met Change of Direction (COD).

Criteria voor milestone drie

- 🎯 4 maanden post ok na ACLR reconstructie, 5 maanden na revisie;
- 🎯 LSI 75% voor quadriceps- en hamstringkracht;
- 🎯 LSI > 90% voor ab- en adductiekracht;
- 🎯 RSI van meer dan 75%.
- 🎯 Goede kwaliteit van bewegen bij een- en tweebeinig landen en remmen;
- 🎯 Single leg squat en single leg landing in alle 3 de vlakken symmetrisch.

Marques et al., 2023; Young et al., 2021; Hader et al., 2015; Marques et al., 2020; Turner et al., 2021

Deze milestone richt zich op de opbouw van **COD** en **Agility**, waarbij het onderscheid tussen beide wordt toegelicht. Wendbaarheid is cruciaal in sport en vereist het vermogen om snel van richting en snelheid te veranderen in reactie op de omgeving. Na een kruisbandreconstructie is dit vermogen vaak verminderd, doordat pijn en blessures de bewegingsvrijheid beperken en de interactie met de omgeving verstoren. Dit verhoogt niet alleen het risico op recidief letsel, maar kan mogelijk ook het herstelproces vertragen. Om veilig terug te keren naar sport is een stapsgewijze opbouw in wendbaarheid training essentieel. Dit begint met geplande richtingsveranderingen zonder chaos (COD) en bouwt op naar ongeplande, reactieve bewegingen onder tijdsdruk en met veel chaos. Door atleten bloot te stellen aan een gevarieerde en uitdagende leeromgeving, met een duidelijke en gekaderde opbouw van trainingsactiviteiten kan de brug tussen training en RTS beter geslagen worden.



Deterministic model of agility performance (Adapted from Young & Farrow, 2006).

✓ Do's

- ✓ Maximale krachttraining;
- ✓ Rate of force development;
- ✓ Uni- en bipodale plyometrie, multidirectioneel;
- ✓ Uithoudingstraining;
- ✓ Wendbaarheids (spel)vormen (zie suggesties tabel).

✗ Dont's

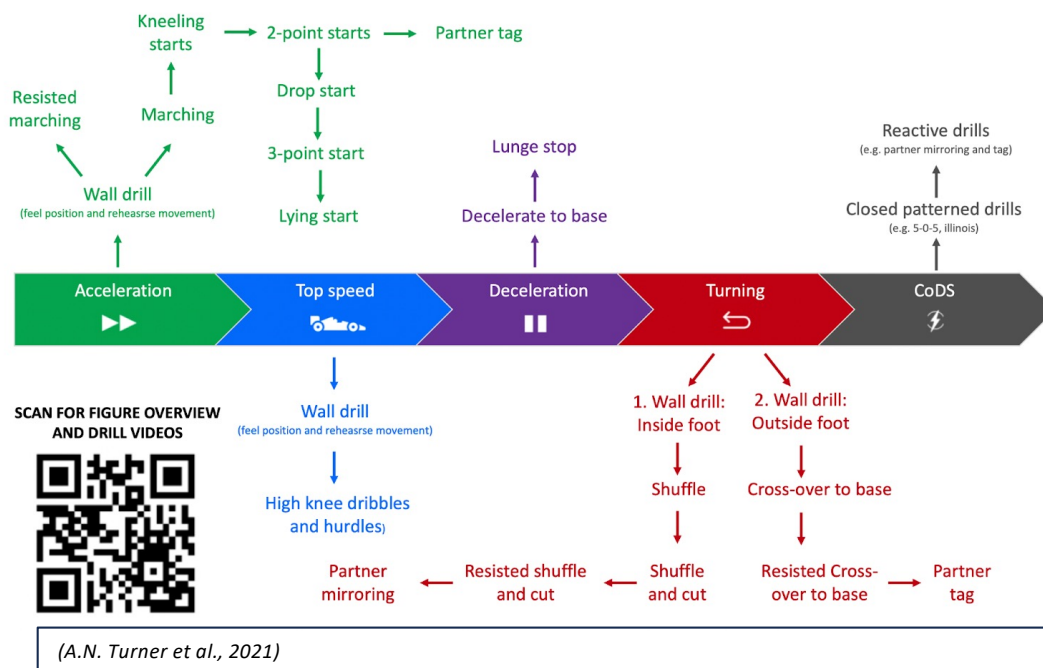
- ✗ N.v.t.

Change of Direction (COD)

Change of Direction (COD) wordt wetenschappelijk gedefinieerd als de capaciteit van een individu om snel en effectief van richting te veranderen, vaak in reactie op een externe stimulus. Dit vermogen is gebaseerd op een combinatie van biomechanische efficiëntie, neuromusculaire controle en motorische coördinatie. COD-vaardigheden zijn cruciaal in sport vanwege de noodzaak om snel te reageren op veranderende spelsituaties, tegenstanders en tactische vereisten (Marques et al., 2023; Young et al., 2021).

🔍 How To?

De onderstaande afbeelding toont een voorbeeld van de opbouw van COD. De bijgevoegde tabel biedt een gestructureerd overzicht van de progressie van Change of Direction, waarbij de intensiteit toeneemt van linkerbovenhoek (laag) naar rechteronderhoek (hoog). Daarnaast wordt onderaan de milestone beschreven, waarin richtlijnen worden gegeven voor de opbouw van kracht- en sprongvormen in deze fase.



Tabel. Change of Direction

COD/ Bewegingst ype	Groen (Lineair)	Geel (matig lineair)	Oranje (koppel)	Rood (groep, niet lineair)
Accelereren	<ul style="list-style-type: none"> - 10 m versnellen recht vooruit - 10 m versnellen met lange bochten van 20 graden. - 10 m versnellen met lange bochten van 45 graden. 	<ul style="list-style-type: none"> - 15 m progressieve sprint - Sprint met lichte zigzag - Sprint met één kegel ontwijken - Sprint met handklapbewegingen 	<ul style="list-style-type: none"> - Sprint tegen partner (1:1 race) - Sprint met reactieve start (fluitsignaal) - Progressieve sprint met plots stoppen bij signaal - Sprint en terugkeren naar startpunt 	<ul style="list-style-type: none"> - Reactieve sprint met visuele prikkel - Sprint in groep, ontwijken van tegenstanders - Sprintcircuits (pionnen willekeurig geplaatst) - Relay sprint in teams
Decelereren	<ul style="list-style-type: none"> - Stop na 10 m sprint - Op snelheid stoppen op vooraf bekende diverse vaste punten 	<ul style="list-style-type: none"> - Stop na een kleine zigzag-sprint - Sprint met abrupte stop op signaal - Stop na versnellen, 2x achter joggen - Sprint-stop en weer versnellen op lage intensiteit 	<ul style="list-style-type: none"> - Sprint-stop met een partner die wijst naar een richting - Decelereren en starten (reactief) - Sprint vooruit, stop, en terugloop achteruit bij visueel signaal - Stop na kegel en koppel met 180° draai 	<ul style="list-style-type: none"> - Decelereren in groepswedstrijd bijv. Tic-Tac-Toe. - Stop in reactieve circuit met meerdere richtingen. - Groepsdrills met onverwachte stops en versnellingen - Wedstrijdvorm: snelheid naast vast doel met deceleratie
Side step	<ul style="list-style-type: none"> - Lage snelheid voorwaarts aan komen lopen en voor een pion een richtingsverandering richting een ander vast punt. - Lage snelheid voorwaarts aan komen lopen en voor een pion een richtingsverandering waarbij de eerste pas over een kleine horde moet zijn 	<ul style="list-style-type: none"> - Sidesteps met snelheid verhogen - Sidesteps met kegel ontwijken - Laterale beweging met plots stoppen - Side step naar sprint (rechtlijnig) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sidesteps tegen partner (simulatie 1:1 verdediging) - Sidesteps in reactie op handgebaren (partner) - Side steps combineren met sprint en stop 	<ul style="list-style-type: none"> - Laterale wedstrijdvorm in groepen - Bewegend langs zigzagcircuit (reactief) - Sidesteps in wedstrijdvorm: wie wint de lijn? - Reactieve circuits met meerdere richtingen
Stop and Go / Zijwaarts bewegen en afremmen	<ul style="list-style-type: none"> - 10-15 meter sprint met gecontroleerd remmen op aangegeven punten - Zijwaartse bewegingen over 5-10 meter met gecontroleerde stop 	<ul style="list-style-type: none"> - Sprint start en stoppen op visueel of auditief signaal - Zijwaarts shuffle met achteruit lopen op aangegeven signaal 	<ul style="list-style-type: none"> - De eerste persoon sprint een korte afstand en stopt, de tweede persoon moet volgen en voor de voorste persoon stoppen - 1 tegen 1 zijwaartse shuffle achtervolging 	<ul style="list-style-type: none"> - Alle deelnemers sprinten door een gemarkeerd gebied, bij diverse signalen moeten ze een stop taak uitvoeren. - Zijwaartse estafette met verplaatsing en tijdsdruk
180° turn	<ul style="list-style-type: none"> - 180° draai na korte sprint - Lopen en omdraaien bij een lijn - Korte acceleratie, stop en 180° draaien - 180° draai rustig om pion 	<ul style="list-style-type: none"> - 180° draai met progressieve snelheid - Sprint-stop-180° draai - 180° draai met lichte weerstand (elastiek) - Reactieve 180° draai op partner teken 	<ul style="list-style-type: none"> - Partner Uitdaging: 180° draai en ontwijk - Reactieve draai in groepsoefening - Draai, rem, en weer starten (snelheid) - Draai combineren met zijdelingse bewegingen 	<ul style="list-style-type: none"> - Groepsdrills met rotaties - Wedstrijd: draai bij obstakels - Oefening met variabel visueel signaal - Groepsdynamische richtingsveranderingen
Spin	<ul style="list-style-type: none"> - 360° draai langs een vaste lijn - 180° draai op commando - Simpele draai en sprint - Draai zonder snelheid 	<ul style="list-style-type: none"> - 180° draai met plots starten - 360° draai na lichte acceleratie - Draai in kegelparcours - 180° draaien na lichte zigzag 	<ul style="list-style-type: none"> - Reactieve draaibewegingen op signaal (partner) - Draai met bal en direct versnellen - Partner Uitdaging: draai en blokkeer - Draai in combinatie met accelereren 	<ul style="list-style-type: none"> - Draaiwedstrijden in groep (reactief) - Draai en ontwijk tegenstander - Groepswedstrijd met snelle rotatie/richtingsverandering - Circuit met draaien, sprint en visuele prikkel

Agility

Agility is het vermogen om snel en efficiënt van richting te veranderen als reactie op een externe stimulus, waarbij de **action-perception koppeling** centraal staat. In tegenstelling tot **change of direction (COD)**, dat draait om geplande bewegingen, vereist agility een combinatie van waarneming, besluitvorming en uitvoering.

How To?

◆ De tabel voor Agility is gestructureerd van lage intensiteit bovenaan naar hogere intensiteit onderaan.

Tabel voor Agility

Agility	Groen (Lineair)	Geel (matig lineair)	Oranje (koppel)	Rood (groep, niet lineair)
1. Lijn wissel spel	Commando wissel lineair lijnen z.s.m.	Commando wissel diagonale lijnen z.s.m.	Commando wissel multi lijnen z.s.m. wisselvakken	Commando wissel multi lijnen z.s.m. in groep
2. Dribbelform	Dribbel langs rechte lijn	Dribbel met lichte bochten	Dribbel met partner als verdediger	Dribbel in groep met tikkervorm
3. Pionnenparcours	Recht pionnenparcours	Zigzag langs pionnen	Zigzag met snelheid en reactieve stops	Zigzag in groep, met visueel signaal
4. Pionnen wissel	Recht lijnen lopen tussen pionnen	Ontwijken van partner bij pion	Pion ruilen op reactief signaal partner	Pionnencircuit in groep, wie verzamelt meeste?
5. Wisselvorm-hoek	Loop op diverse tempo's een vierkant	Loop vierkant met visuele en auditieve cue's voor richtingsverandering	Tegenovergestelde kegels starten reageren op cue's en taken	Tikker mag dwars door het vierkant de niet tikkers rondom het vierkant
6. Volg de leider	Volg rechte beweging van leider	Leider maakt bochten	Leider varieert tempo en richting	Leider gebruikt signalen om beweging te starten
7. Relay-race	Teamrelay met rechte lijn	Teamrelay met lichte bochten	Teamrelay met visuele signalen	Teamrelay met obstakels en richtingsveranderingen
8. Lijnenspel	Sprinten over rechte lijnen	Wisselen van lijnen bij signaal	Partneruitdaging: wie kan lijn blokkeren	Groepsvorm: lijnen met snelheid verdedigen
9. Webparcours	Oversteek multi verstoring vanaf zijkanten	Oversteek multi verstoring en hindernis	Oversteek multi verstoring en hindernis + tikker	Oversteek multi verstoring en hindernis + teams
10. Reactieve sprint	Sprint bij fluitsignaal	Sprint naar een aangewezen pion	Sprint naar visueel/geluidsignaal partner	Sprint in groepen met meerdere signalen
11. Spiegelen	Partner spiegelt eenvoudige beweging	Partner spiegelt lichte zijwaartse beweging	Spiegelen met snelheid en stops	Groepsvorm: leider bewegen in willekeurige patronen
12. Balreactie spel	Reageer op bal die recht stuitert	Reageer op bal met lichte variatie	Partner gooit bal met onverwachte snelheid	Groepswedstrijd: bal onderscheppen
13. Vliegende eieren	Zijwaarts bal overgooien (bijv. 1 hand)	Tegenover elkaar wisselen in het gooien van de bal	Vierkant met zijwaarts bewegen en 2 teams die door elkaar heen overgooien	In een grote cirkel meerdere mensen en meerdere ballen overgooien en direct doorbewegen, dit kan in team
14. Reactief draaien	Draai om één pion	Draai na eenvoudige sprint	Draai op partner- of coachsignaal	Draai in teams met wisselende rollen
15. Grote 8 tikspel	Grote 8-vorm lopen	Grote 8 met lichte versnellingen	Grote 8 met partner als tikker	Grote 8 met groep en rolwisselingen
16. Tikkertje	Tikker in rechte lijn	Tikkertje met kleine richtingsveranderingen	Tikkertje met obstakels (bijv. pionnen)	Tikkertje met meerdere tikkers, doolhof tikkertje
17. Reactief ontwijken	Ontwijk obstakels (stationair)	Ontwijk obstakels tijdens lichte jog	Partner ontwijkt elkaar (1:1)	Groep ontwijkt elkaar willekeurig
18. Doolhof tikkertje	Recht tikkertje	Tikkertje met beperkt obstakelparcours	Partneruitdaging met pionnen als doolhof	Groepsvorm: tikkertje in complex doolhof
19. Kat en muis	1 vs 1 kat en muis spel in afgesloten ruimte op tijd	1 vs 2 kat en muis spel in afgesloten ruimte	Grote groep kat en muis spel in afgesloten ruimte	Grote groep kat en muis spel in obstakels
20. Landje pik	Objecten uit het midden stelen 3 mensen	Objecten uit midden stelen >6 mensen	Objecten stelen meerdere teams	Objecten stelen meerdere teams en tikkers
21. Frisbee	Walking frisbee	Frisbeeën waarbij je zonder frisbee mag joggen	Frisbeeën waarin alles mag 2 vs. 2	Frisbeeën in grote groepen

How To?

◆ Krachttraining bij Change of Direction & Agility

Type training	Reps	Sets	RPE
Maximale kracht	1-5	3-5	8
Explosieve kracht/rate of force development	5-8	3-5	6-7

◆ Stretch-Shortening Cycle

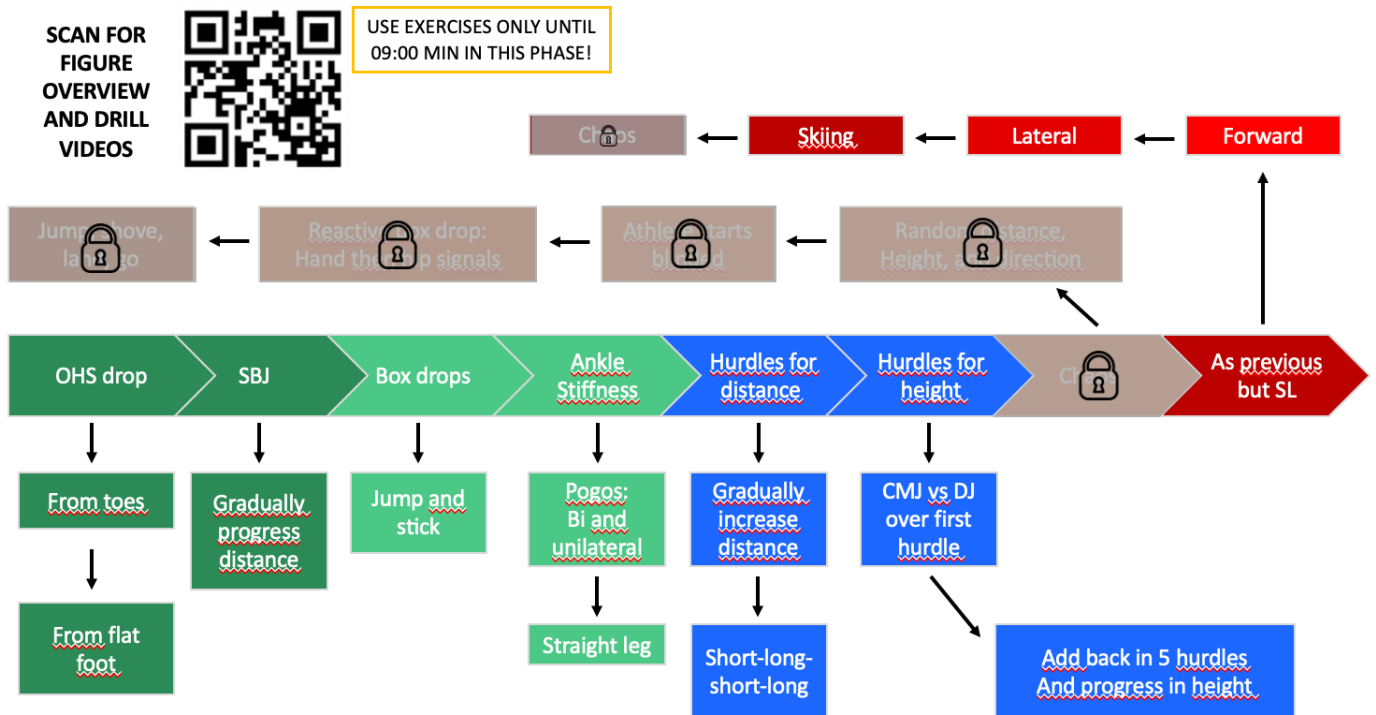


Figure 5. Progressive SSC drills. OHS drop = the athlete starts in an overhead squat position, before dropping rapidly into the base position. SBJ = standing broad jump, where the athlete rehearses and feels the contrast of soft (compliant) landings where the focus is on the dissipation of forces. CMJ = countermovement jump, DJ = drop jump, and SL = single leg jump. Athlete starts 'blinded' means that until the athlete turns and faces the hurdles, they have no idea what to expect – they must immediately go and figure out the best solutions while they complete the task. Reactive box drop = the athlete steps from the box at which time the coach will move and the athlete must position appropriately at landing to give chase. Jump, shove, land, go = athletes jump and bump in mid-air, before landing and traveling in a predefined then unscripted direction (A.N. Turner et al., 2021).

Goals

Op een zo sportspecifiek en ecologisch valide (Taberner et al., 2025) manier de patiënt voorbereiden op een veilige terugkeer in sport.

Criteria voor milestone vier

Psychologische readiness

- ACL-RSI. Score van >56 punten na 6 maanden (McPherson et al., 2019);

Testbatterij kracht

- LSI >90% voor Quadriceps en Hamstring.
- Gebruik normatieve referentie waarden (Grindem et al., 2016, van Melick et al., 2022).
- >3nm/kg voor quadricepskracht icm met minimaal 9 maanden revalidatie (Grindem et al., 2016, Kuenze et al., 2015, Welling et al., 2022).

Testbatterij RSI/RFD en Hoptesten:

- Gebruik hoptesten (SH, TH en 30secSH) waarbij een LSI >90%. Gebruik daarbij normatieve data (Gokeler et al., 2017).
- CMJ en drop jump >90% symmetrie voor hoogte, concentrische en excentrische impuls (Kotsifaki et al., 2023, Kotsifaki et al., 2021).
- RSI (Reactive strength index) drop jump van >1,3 voor 2 benen en >0,5 voor 1 benig (Kotsifaki et al., 2023).
- Alleen de hoptesten gebruiken als zijnde performance test zegt niets over de mogelijkheid tot return to play (Read 2019). Overweeg tijdens deze testen ook te kijken naar kwaliteit van bewegen. Tracht tijdens de bovenstaande sprongtesten zeker tijdens verticale sprongen (Kotsifaki et al., 2021) te kijken naar asymmetrische bewegingspatronen. Tracht de bewegingskwaliteit te objectiveren in zowel het sagitale als frontale vlak. Mogelijk kunnen laagdrempelige apps hierbij helpen (Kotsifaki et al., 2023).

Overweeg het toevoegen van Neurocognitieve testen.

- Betrek het brein in de revalidatie (Groom et al., 2023, Piskin et al., 2022)

Marques et al., 2023; Young et al., 2021; Hader et al., 2015; Marques et al., 2020; Turner et al., 2021

Do's

- ✓ Wanneer nodig continueren maximale krachttraining
- ✓ Focus de krachttraining idealiter op rate of force development
- ✓ Continueren uni- en bipodale (focus unipodaal en multidirectioneel) plyometrie
- ✓ Progressie door het control-chaos continuüm

Dont's

- ✗ N.v.t.

How To?

◆ Ondanks de grote hoeveelheid wetenschappelijk onderzoek, is er geen consensus over welke RTS criteria we kunnen hanteren om te voorspellen wie wel en wie niet succesvol zal terugkeren naar sport. Dit betekent niet dat we niet moeten testen, want onderzoek laat duidelijk zien dat het behalen van de RTS criteria, het risico op recidiefletsel tot 60% laat afnemen echter, slechts 23% van de patiënten behaalt daadwerkelijk deze criteria (Webster 2019). Het blijkt dus dat het behalen van RTS criteria zorgt voor een vergrote kans op terugkeer naar de sport, maar dat de huidige criteria niet kunnen identificeren welke patiënten een vergroot risico hebben op een nieuwe VKB-blessure.

Breng de **psychologische gereedheid** inzichtelijk door na 6 maanden een score te behalen van meer dan 56 punten. Indien niet het geval, overweeg psychosociale interventies (eventueel i.c.m. andere disciplines!). (McPherson et al., 2019). Tracht kracht zo valide mogelijk te testen. Streef naar een LSI >90% voor Quadriceps en Hamstring. Gebruik niet alleen LSI maar ook normatieve referentiewaarden (Grindem et al., 2016; van Melick et al., 2022). Het niet-aangedane been is geen goede referentiewaarde, mogelijk door deconditionering! Gebruik data genormaliseerd naar lichaamsgewicht: >3nm/kg voor quadricepskracht en houdt een LSI aan van 90% icm met minimaal 9 maanden revalidatie (Grindem et al., 2016; Kuenze et al., 2015; Welling et al., 2022).

In de wetenschappelijke literatuur worden veel verschillende hoptesten gebruikt in verschillende protocollen. Gebruik in ieder geval de hoptesten (SH, TH en 30secSH) waarbij een LSI >90% en gebruik daarbij normatieve data omdat de LSI index een vertekend beeld kan geven (Gokeler et al., 2017). Gebruik in je testbatterij een 30secSH, het blijkt dat veel patiënten moeite hebben om te voldoen aan de "endurance hoptest" (Welling et al., 2022; Gokeler et al., 2017). Tijdens een CMJ en drop jump dient >90% voor symmetrie, hoogte, concentrische en excentrische impuls behaald te worden. Streef naar een RSI (Reactive Strength Index) bij een drop jump van >1,3 voor 2 benen en >0,5 voor 1 benig (Kotsifaki et al., 2023).

Wanneer aan alle bovenstaande criteria voor return to sports wordt voldaan kan worden toegewerkt naar het RTS-continuüm. Return to sports bestaat uit verschillende fases (zie onderstaande tabel).

Fase	Definitie
Veldrevalidatie	Brug tussen de klinische fase van de revalidatie en de terugkeer naar teamtraining.
Return to training	Teruggekeerd naar teamtraining, maar nog niet naar het spelen van wedstrijden.
Return to competition	Teruggekeerd naar het spelen van competitiewedstrijden, maar nog niet per definitie terug op het preoperatieve prestatieniveau.
Return to performance	Terug op het preoperatieve prestatieniveau, of zelfs beter.

(Tabel uit Buckthorpe 2019 en Welling 2024)

◆ Aanvankelijk wordt begonnen met veldrevalidatie. Ook binnen de veldrevalidatie vindt de graduele progressie plaats volgens het controlled chaos continuüm (Taberner et al., 2022; en 2025a/b). De overige fases van het RTS-continuüm zijn Return to team based training, return to competition en return to performance (Buckthorpe et al., 2019; Welling et al., 2022). Zowel in de fase van veldrevalidatie als in de fase van team-based training dient de (neurocognitieve)belasting steeds verder te worden opgevoerd en sportspecifiek gemaakt te worden (Welling et al., 2024). Daarnaast dient de perception-action koppeling uit het "model of agility" (zie bovenstaande COD) op een ecologisch valide manier toegepast te worden in de fase van veldrevalidatie (zie onderstaande tabel).

◆ **Return to competition dient niet eerder plaats te vinden voordat alle fases van het controlled-chaos continuüm binnen de veldrevalidatie zijn doorlopen, alle overige fysieke en mentale bovenstaande voorwaarden voor return to sports zijn behaald (Taberner et al., 2025a/b; Kotsifaki et al., 2025).**

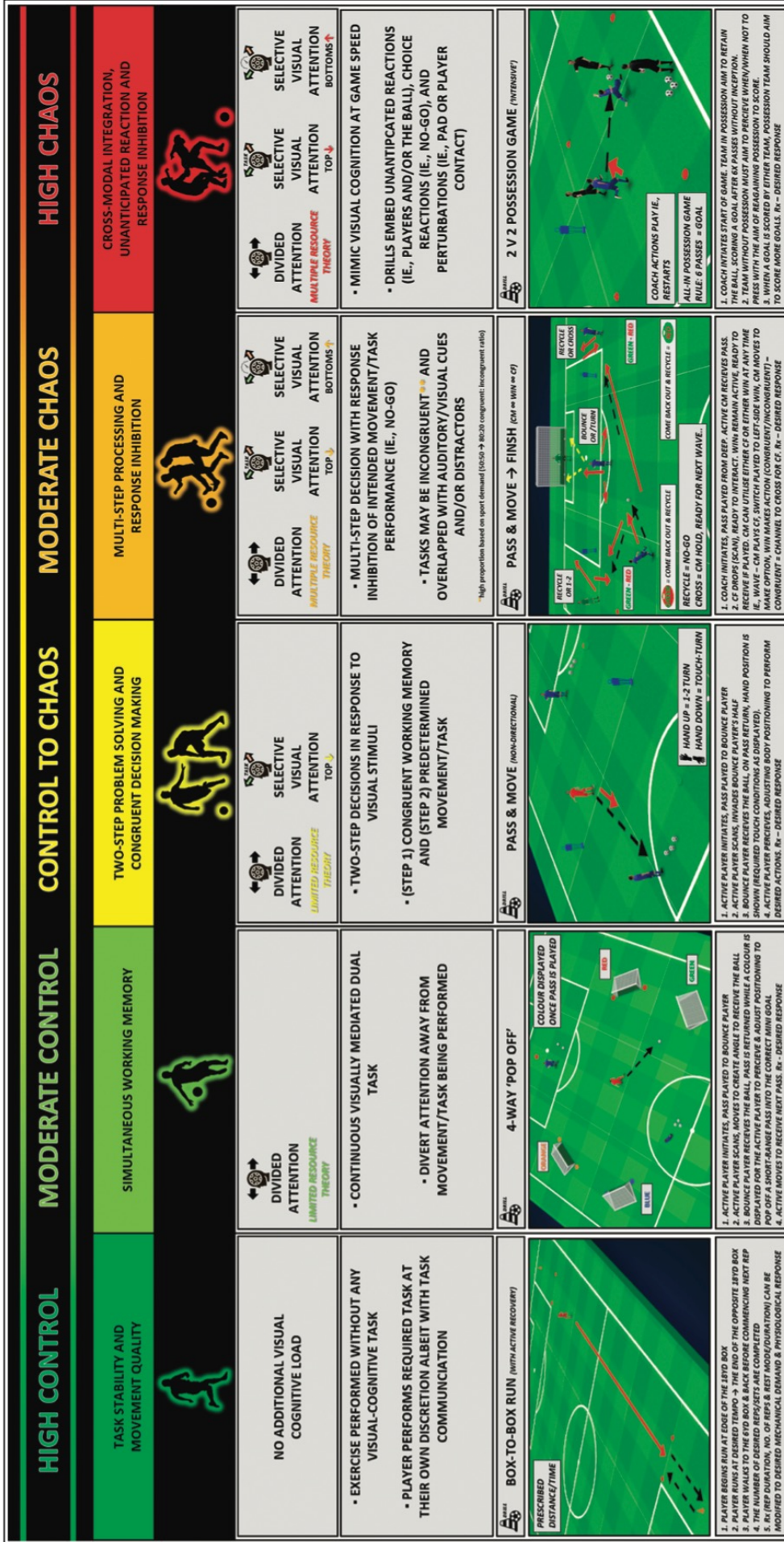


FIGURE 1. The Visual Cognitive Control-Chaos Continuum (VC-CCC) applied to on-pitch rehabilitation. Phase goals and targeted attentional mechanisms with on-pitch example drills. Progression of visual-cognitive dual-task interventions from High Control to High Chaos. Beyond High Control, practitioners may blend VC-CCC concepts like an equalizer on stereo system in transition to the next phase of the CCC.

How To?

Krachttraining

Type training	Reps	Sets	RPE
Maximale kracht	1-5	3-5	8
Explosieve kracht/rate of force development	5-8	3-5	6-7

Stretch-Shortening Cycle

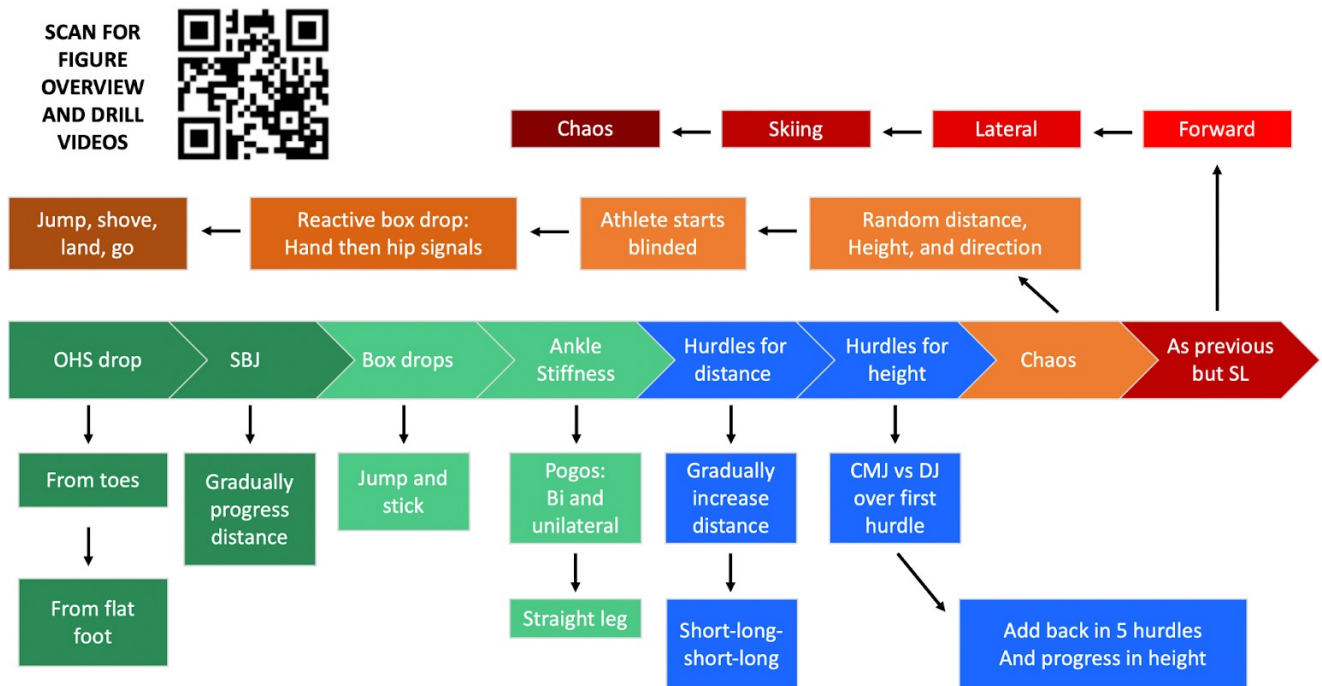


Figure 5. Progressive SSC drills. OHS drop = the athlete starts in an overhead squat position, before dropping rapidly into the base position. SBJ = standing broad jump, where the athlete rehearses and feels the contrast of soft (compliant) landings where the focus is on the dissipation of forces. CMJ = countermovement jump, DJ = drop jump, and SL = single leg jump. Athlete starts 'blinded' means that until the athlete turns and faces the hurdles, they have no idea what to expect – they must immediately go and figure out the best solutions while they complete the task. Reactive box drop = the athlete steps from the box at which time the coach will move and the athlete must position appropriately at landing to give chase. Jump, shove, land, go = athletes jump and bump in mid-air, before landing and traveling in a predefined then unscripted direction (A.N. Turner et al., 2021).

Inleiding:

Adern, C., Taylor, N. F., Feller, J. A., Whitehead, T. S., & Webster, K. E. (2014). Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: An updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *British Journal of Sports Medicine*, 48(21), 1543–1552.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093398>

Bittencourt, N. F. N., Meeuwisse, W. H., Mendonça, L. D., Nettel-Aguirre, A., Ocarino, J. M., & Fonseca, S. T. (2016). Complex systems approach for sports injuries: Moving from risk factor identification to injury pattern recognition—narrative review and new concept. *British Journal of Sports Medicine*, 50(21), 1309–1314. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095850>

Bram, J. T., Magee, L. C., Mehta, N. N., Patel, N. M., Ganley, T. J., & Shea, K. G. (2020). Anterior cruciate ligament injury incidence in adolescent athletes: A systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 48(2), 488–497. <https://doi.org/10.1177/0363546518825389>

Chia, R., Taberner, M., & Cohen, D. D. (2022). Beginning with the end in mind: Implementing backward design to improve sports injury rehabilitation practices. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 52(12), 774–777.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2022.11397>

Hamill, J., Palmer, M. L., & Van Emmerik, R. E. A. (2012). Coordinative variability and overuse injury. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, 4, 45. <https://doi.org/10.1186/1758-2555-4-45>

King, E., & Kotsifaki, A. (2023). Rehabilitation after ACL injury: The Aspetar way. *Aspetar Sports Medicine Journal*, 12, 180–190.

Kotsifaki, R., Korakakis, V., King, E., Whiteley, R., & van Dyk, N. (2023). Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 57(8), 500–514. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106407>

Taberner, M., Allen, T., Cohen, D. D., & King, E. (2022). Progressing rehabilitation after injury: Consider the 'control-chaos continuum'. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 52(12), 770–773. <https://doi.org/10.2519/jospt.2022.11396>

Taberner, M., Allen, T., Cohen, D. D., & King, E. (2025). Evolving the control-chaos continuum: Part 1 – Translating knowledge to enhance on-pitch rehabilitation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. (In press)

Turner, A. N. (2021). Reverse engineering in strength & conditioning: Applications to agility training. *Strength and Conditioning Journal*, 43(1), 9–19. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000564>

Webster, K. E., & Hewett, T. E. (2019). What is the evidence for and validity of return-to-sport testing after anterior cruciate ligament reconstruction surgery? A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 49(6), 917–929.

<https://doi.org/10.1007/s40279-019-01093-x>

Milestone 1

Kotsifaki, R., Korakakis, V., King, E., Whiteley, R., & van Dyk, N. (2023). Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 57(8), 500–514. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106407>

Leung, A., DeSandis, B., O'Brien, L., Hammoud, S., & Zarzycki, R. (2023). Postoperative considerations based on graft type after anterior cruciate ligament reconstruction: A narrative review. *Annals of Joint*, 8, 26. <https://doi.org/10.21037/aoi-22-51>

Melbourne ACL Rehabilitation Guide. (n.d.). *Melbourne ACL Guide*. Retrieved April 9, 2025, from https://www.melbourneaclguide.com/docs/ACL_Guide.pdf

van Melick, N., van Cingel, R. E. H., Brooijmans, F., Neeter, C., van Tienen, T., Hullegie, W., & Nijhuis-van der Sanden, M. W. G. (2016). Evidence-based clinical practice update: Practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1506–1515.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095898>

Milestone 2

de Fontenay, B. P., van Cant, J., Gokeler, A., & Roy, J.-S. (2021). Reintroduction of running after ACL reconstruction with a hamstring graft: Can we predict short-term success? *Journal of Athletic Training*. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0407.21>

Di Stasi, S., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2013). Neuromuscular training to target deficits associated with second anterior cruciate ligament injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(11), 777–792. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4693>

Gabbett, T. J. (2020). Debunking the myths about training load, injury and performance: Empirical evidence, hot topics and recommendations for practitioners. *British Journal of Sports Medicine*, 54(1), 58–66. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099784>

Kline, P. W., Johnson, D. L., Ireland, M. L., & Noehren, B. (2016). Clinical predictors of knee mechanics at return to sport after ACL reconstruction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(5), 790–795. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000856>

Kotsifaki, R., Korakakis, V., King, E., Barbosa, O., Maree, D., Pantouveris, M., Bjerregaard, A., Luomajoki, J., Wilhelmsen, J., & Whiteley, R. (2023). Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 57(9), 500–514. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106158>

Rambaud, A. J. M., Ardern, C. L., Thoreux, P., Regnaud, J.-P., & Edouard, P. (2018). Criteria for return to running after anterior cruciate ligament reconstruction: A scoping review. *British Journal of Sports Medicine*, 52(22), 1437–1444. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098602>

Sayer, T. A., van Melick, N., Riera, J., Jackson, J., Bryant, A., Bogie, R., Cross, N., Edouard, P., & Rambaud, A. (2024). Is it time to develop specific return to running criteria for ACL rehabilitation? An international survey of physiotherapists' criteria for return to running following ACL injury. *Physical Therapy in Sport*, 67, 19–24. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2024.02.005>

van Melick, N., van Cingel, R. E., Brooijmans, F., Neeter, C., van Tienen, T., Hullegie, W., & Nijhuis-van der Sanden, M. W. (2016). Evidence-based clinical practice update: Practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1506–1515. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095898>

Van Cant, J., Pairot de Fontenay, B., Douaihy, C., & Rambaud, A. (2022). Characteristics of return to running programs following an anterior cruciate ligament reconstruction: A scoping review of 64 studies with clinical perspectives. *Physical Therapy in Sport*, 57, 61–70. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2022.07.006>

Milestone 3

Andersen, L. L., & Aagaard, P. (2006). Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *European Journal of Applied Physiology*, 96(1), 46–52. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0070-z>

Araújo, D., Davids, K. W., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 653–676.

Blazevich, A. (2012). Are training velocity and movement pattern important determinants of muscular rate of force development enhancement? *European Journal of Applied Physiology*, 112, 3689–3691.

Cahill, N., et al. (2019). Physical and metabolic demands of training and match-play in elite football players. *Sports Medicine*.

Chumanov, E. S., Heiderscheit, B. C., & Thelen, D. G. (2007). The effect of speed and influence of individual muscles on hamstring mechanics during the swing phase of sprinting. *Journal of Biomechanics*, 40(16), 3555–3562.

- Chumanov, E. S., Heiderscheit, B. C., & Thelen, D. G. (2011). Hamstring musculotendon dynamics during stance and swing phases of high-speed running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(3), 525–532.
- Fontana, F. E., & Mazzardo, O. (2016). The effect of cognitive training on anticipatory skills in soccer players. *Perceptual and Motor Skills*.
- Glazier, P., Wheat, J. S., & Pease, D. (2006). The interface of biomechanics and motor control: Dynamic systems theory and the functional role of movement variability. In *Human Kinetics* (pp. 49–69).
- Jones, P. A., & Bampouras, T. M. (2010). A comparison of isokinetic and functional methods of assessing bilateral strength imbalance. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Magill, R., & Anderson, D. (2013, June). *Motor learning and control: Concepts and applications*. McGraw-Hill Education-Europe.
- Morin, J. B., Edouard, P., & Samozino, P. (2015). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
- Nobari, H., Rezaei, S., Sheikh, M., Fuentes-García, J. P., & Pérez-Gómez, J. (2021). Effect of virtual reality exercises on the cognitive status and dual motor task performance of the aging population. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15), 8005. <https://doi.org/10.3390/ijerph18158005>
- Sayers, M. (2005). Running techniques for field sport players. *Sports Coach (Australia)*, 23(1), 26–27.
- Spiteri, T., Cochrane, J. L., & Nimphius, S. (2013). Contribution of strength characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- van Emmerik, R. E., & van Wegen, E. E. (2002). On the functional aspects of variability in postural control. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(4), 177–183.
- Williams, A. M., & Jackson, R. C. (2019). Anticipation and decision making in sport: The roles of representation and episodic memory. *Progress in Brain Research*.

Milestone 4

- Buckthorpe, M. (2019). Optimising the late-stage rehabilitation and return-to-sport training and testing process after ACL reconstruction. *Sports Medicine*, 49(7), 1043–1058.
- Di Stasi, S., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2013). Neuromuscular training to target deficits associated with second anterior cruciate ligament injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(11), 777–792, A1–A11. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4693>
- Fontana, F. E., & Mazzardo, O. (2016). The effect of cognitive training on anticipatory skills in soccer players. *Perceptual and Motor Skills*.
- Gabbett, T. J. (2020). Debunking the myths about training load, injury and performance: Empirical evidence, hot topics, and recommendations for practitioners. *British Journal of Sports Medicine*, 54(1), 58–66. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099784>
- Gokeler, A. (2017). A critical analysis of limb symmetry indices of hop tests in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: A case-control study. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 103(6), 947–951. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2017.06.003>
- Grindem, H. (2016). Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: The Delaware-Oslo ACL cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 50(13), 804–808. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095477>

- Kline, P. W., Johnson, D. L., Ireland, M. L., & Noehren, B. (2016). Clinical predictors of knee mechanics at return to sport after ACL reconstruction. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(5), 790–795.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000856>
- Kotsifaki, R. (2021). Vertical and horizontal hop performance: Contributions of the hip, knee, and ankle. *Sport Health*.
- Kotsifaki, R. (2023). Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 57(9), 500–514. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106158>
- Kotsifaki, R. (2023). Aspetar journal, volume 12, rehabilitation after ACL injury: The why, what, and when of objective testing after ACL reconstruction. November.
- Kotsifaki, R., et al. (2023). Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 0, 1–15.
- Kuenze, C. (2015). Clinical thresholds for quadriceps assessment after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(1), 36–46. <https://doi.org/10.1123/jsr.2014-0140>
- Marques, J. B., Paul, D. J., Graham-Smith, P., et al. (2020). Change of direction assessment following anterior cruciate ligament reconstruction: A review of current practice and considerations to enhance practical application. *Sports Medicine*, 50(1), 55–72. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01189-4>
- McPherson, L. (2019). Psychological readiness to return to sport is associated with second anterior cruciate ligament injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 47(4), 857–862. <https://doi.org/10.1177/0363546518825258>
- Piskin, E. (2022). Neurocognitive and neurophysiological functions related to ACL injury: A framework for neurocognitive approaches in rehabilitation and return-to-sports tests. *Sports Health*, 14(4), 375–381.
- Read, P. J., et al. (2021). Better reporting standards are needed to enhance the quality of hop testing in the setting of ACL return to sport decisions: A narrative review. *British Journal of Sports Medicine*, 55(23), 23–29.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101219>
- Tabener, M., et al. (2022). Progressing rehabilitation after injury: Consider the 'control-chaos continuum'. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 52(12), 770–776.
- Tabener, M., et al. (2025). Evolving the control-chaos continuum: Part 1 – Translating knowledge to enhance on-pitch rehabilitation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*.
- Van Melick, N., et al. (2016). Evidence-based clinical practice update: Practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1506–1515. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095898>
- Welling, W. (2022). Return to sport after an anterior cruciate ligament reconstruction: Are we there yet?
- Welling, W., Speerstra, & Schippers. (2024). Chaos op het veld! Neurocognitieve belasting toevoegen aan veldrevalidatie. *Sportgericht*, 78.
- Young, W., Rayner, R., & Talpey, S. (2021). It's time to change direction on agility research: A call to action. *Sports Medicine Open*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00304-y>