

SAMMANFATTNING

I dag används styrketräning som ett komplement i prestationshöjande syfte i stort sett inom alla idrotter. Styrketräning spelar dessutom en stor roll inom idrotten när det gäller att förebygga och rehabilitera idrottsskador. Målsättningen med denna artikel är att ge exempel på hur styrketräning kan användas i förebyggande och rehabiliterande syfte, men även hur skador kan uppstå vid styrketräning.



Denna artikel är ett sammandrag av kapitel 9 i den nya upplagan av boken *Styrketräning för idrott, motion och rehabilitering* utgiven av SISU idrottsböcker.

Förebyggande och rehabiliterande styrketräning

FOTO: HÅKAN FLANK/SISU

**JESPER AUGUSTSSON**

Docent i idrottsvetenskap, specialistsjukgymnast inriktning idrottsmedicin, institutionen för idrottsvetenskap, Linnéuniversitetet

STYRKETRÄNING KAN BETRAKTAS som en medicin, som rätt doserad har mycket positiva effekter på de flesta av kroppens olika funktioner. Trots att styrketräning är en av de säkraste motionsformerna (1), kan skador tyvärr uppstå ändå. Plötsliga skador på grund av en olyckshändelse är ovanliga; de skador som förekommer oftast är av överbelastningskaraktär. Den vanligaste förklaringen till skada anses vara alltför tung styrketräning och för stor träningsvolym. Även bristande teknik och ett dåligt genomtänkt övningsval samt ensidig styrketräning anses vara vanliga orsaker. Vidare kan individens olika förutsättningar, som obalans i styrka med till exempel svaghet i stabiliserande muskler, stelhet (nedsatt rörlighet) samt dålig allmänkondition vara bidragande orsaker till skada. De övningar som oftast orsakar besvär är sannolikt övningar med fria vikter, vilka ställer högre krav på god teknik och kroppshållning jämfört med övningar i fasta maskiner.

Risikfaktorer för skada vid styrketräning

Risikfaktorer för skada brukar delas in i *inre och yttre riskfaktorer*. Inre riskfaktorer anses vara till exempel ålder, nedsatt rörlighet och/eller styrka samt anatomiska felställningar. Yttre riskfaktorer kan vara till exempel för tung belastning, dålig eller felaktig utrustning och för lite återhämtning. Ett känt uttryck vad gäller yttre riskfaktorer lyder "The terrible too's: too much, too soon, too often, too fast, with too little rest". Oftast beror en skada på en kombination av flera inre och yttre risk-

faktorer. Om riskfaktorerna skulle läggas i två vågskålar anses det att yttre riskfaktorer – relaterade till miljö och omgivning – väger tyngst, för motionären såväl som för tävlingsidrottaren (2), se figur 1. Detta beror i sin tur på att inre riskfaktorer ensamma sällan är tillräckliga för att utlösa en skada (3).

Skadeförebyggande styrketräning

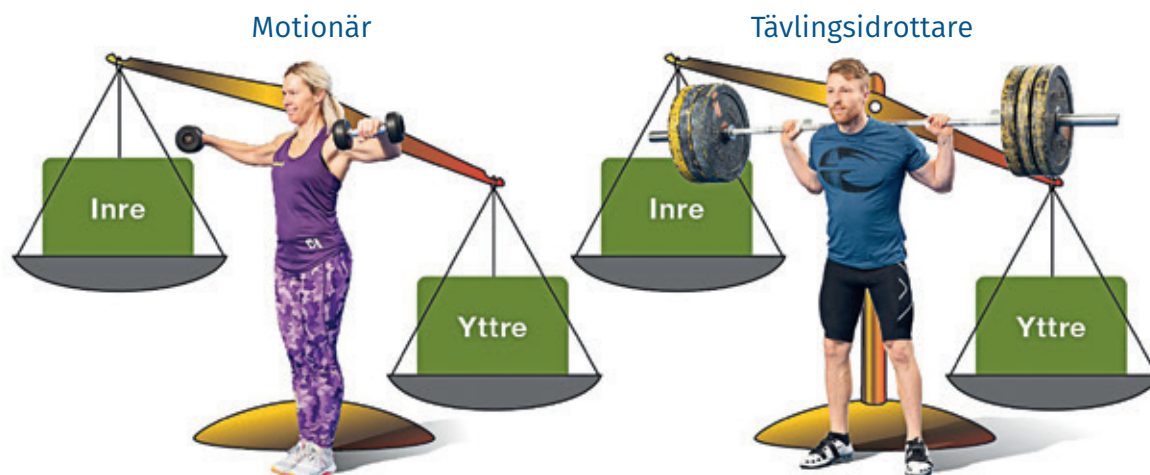
Skador inom idrotten anses till stor del bero på att utövare, generellt eller i vissa muskler, är för svaga, har för dålig muskeluthållighet eller har brister i koordination/teknik. Dessa faktorer hänger ihop på så sätt att svaghet och trötthet ofta bidrar till sämre koordination/teknik, vilket således innebär att styrka och muskeluthållighet bör förbättras. Därför ingår styrketräning vanligtvis i skadeförebyggande program inom idrotten. Syftet med förebyggande styrketräning är att förbättra styrka och funktion av muskler, senor, ledband, skelett och ledbrosk för att skapa skydd mot skador. I en nyligen publicerad systematisk litteraturoversikt och meta-analys noterades att styrketräning baserade interventioner kan förebygga såväl akuta skador som skador av överansträngningskaraktär på ett säkert sätt och med hög följsamhet hos idrottare (4). Styrketräning anses även påskynda återhämtning efter skada och begränsa en skadas omfattning.

I en nyligen publicerad studie visades att oddsen att ådra sig en traumatisk knäskada var nio gånger högre hos unga (17 år) idrottande

FOTO: HÅKAN FLANK/SISU

**SOFIA RYMAN AUGUSTSSON**

Specialistfysioterapeut inriktning fysisk aktivitet och idrottsmedicin, med.dr, institutionen för idrottsvetenskap, Linnéuniversitetet



Figur 1.

Risikfaktorer för skada brukar delas in i inre och yttre riskfaktorer. Vilken faktor som väger tyngst kan diskuteras.

kvinnor med svaga benmuskler jämfört med starka kvinnor (5). Den svaga gruppen kvinnor hade också en sju gånger högre risk att ådra sig en främre korsbandsskada. Hos de unga idrottsaktiva männen fanns ingen sådan skillnad i den starka jämfört med den svaga gruppen. Denna studie visar att styrka verkar ha betydelse för skaderisken hos kvinnor, medan andra faktorer troligtvis har större betydelse hos män (5).

Styrketräning vid rehabilitering av skador

Idrotts- och motionsskador kan kategoriseras som akuta skador eller överbelastningsskador. Denna indelning baseras främst på hur skadan uppstod, det vill säga plötsligt eller över tid. Idrotts- och motionsskador kan också delas in i mjukdelsskador (muskel-, sen-, brosk- och ledbandsskador) respektive skelettskador (frakturer). Oavsett skadetyper (akut eller överbelastning) och typ av vävnad kan styrketräning användas, under samtliga rehabiliteringsfaser (inledande-, uppbyggande- och återgångsfaser). Styrketräningen måste dock anpassas och utföras progressivt genom rehabiliteringens olika faser. Detta åstadkoms genom träning inom olika repetitions maximum-zoner, (RM-zoner), där 1 RM är den tyngsta vikt som kan lyftas en gång men inte två gånger, 2 RM den tyngsta vikt som kan lyftas två gånger men inte tre gånger och så vidare, så att vävnaderna hela tiden tolererar belastningen och inte överansträngs eller skadas (2), se figur 2 på nästa sida.

Styrketräning vid rehabilitering av muskelskada

Muskeln är den vävnad som svarar snabbast på träning. Både volym och styrka kan öka avsevärt efter bara en kort tids träning. Muskeln är också den vävnad som är känsligast för immobilisering och inaktivitet, vilket omedelbart leder till att muskelfibrerna börjar brytas ner. Förtvining, det vill säga minskad muskelvolym, kan vara synlig redan efter ett par dygn. Idrottare som skadar till exempel ett ledband drabbas därför även av muskelförtvining av kringliggande muskler. Nedsatt funktion och styrka beror alltså inte enbart på skadan, utan minst lika mycket på efterföljande muskelförtvining.

Akut muskelskada uppstår antingen genom kompressionsvåld (kontusionsskada, till exempel att få en motspelares knä mot låret) eller utdragningsvåld (distensionsskada, till exempel att halka så att muskeln plötsligt sträcks ut). Båda skadetyperna kan orsaka bristningar i muskelvävnaderna. Vid kontusionsskada sker skadan djupt inne i muskeln mot underliggande ben. Vid distensionsskada brister muskeln oftast vid övergången mellan muskel och sena, vilket brukar kallas muskel/sen-komplexets svaga länk. Kraftig blödning uppstår ofta vid muskelskada, eftersom muskler är rikligt kärlförsörjda.

Muskler kan också drabbas av överansträngning vid långvarigt arbete. Inom idrotter som gymnastik, konståkning, tennis, brottning och volleyboll, där till exempel ryggen utsätts för hög och långvarig belastning med rotationskrafter, är det vanligt



FOTO: CHRISTOFFER THOMÉE

ROLAND THOMÉE

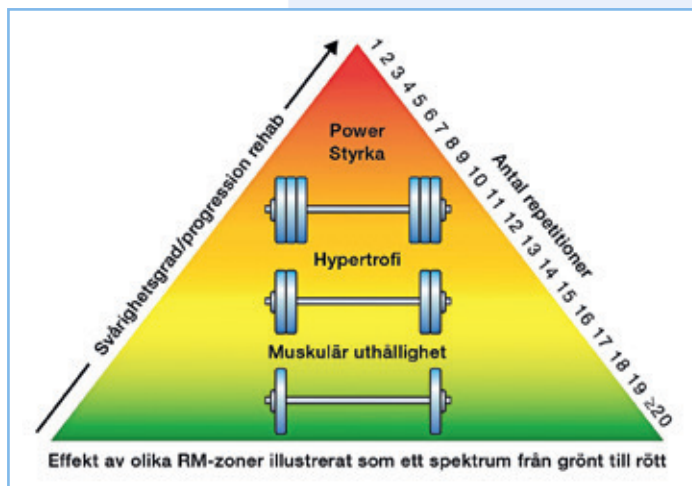
Professor i fysioterapi vid Sahlgrenska akademien, Göteborgs universitet



FOTO: HÅKAN FLANK/SISU

JON KARLSSON

Professor i ortopedi och idrottstraumatologi vid Sahlgrenska akademien, Göteborgs universitet



Figur 2.

Styrketräningspyramiden, eller den hierarkiska triangeln för styrketräning, där olika styrkekaraktäer tränas inom olika repetitioner maximum (RM)-zoner illustreras som ett spektrum från grönt till rött (2). Träning av de skilda egenskaperna överlappar dock varandra till viss del.

Teknisk svårighetsgrad, och påfrestning på skadad vävnad, vid muskulär uthållighetsträning är låg. Därför är denna RM-zon lämplig under den inledande rehabfasen. Därefter sker progression till hypertrofiträning där svårighetsgraden och påfrestning på skadad vävnad är måttlig. Denna RM-zon är därför lämplig under rehabens uppbyggnadsfas.

Slutligen är teknisk svårighetsgrad och påfrestning på skadad vävnad hög vid maximal styrke- och powerträning. Denna RM-zon är därför lämpad för rehabens återgångsfas.

—> med ryggbesvär av överbelastningskaraktär. Neuromuskulär obalans och nedsatt styrka hos erector spinae (ryggsträckarna) har föreslagits som bidragande orsaker (6–9).

Efter akut omhändertagande och korrekt diagnos består behandling efter muskelbristning inledningsvis av träning som ökar blodcirkulationen, samt töjning inom smärtgränsen. Det är vanligt med kvarstående besvär och svaghet, vilket kan förklaras av att symtom, såsom smärta och svullnad, försvinner mycket fortare än det går att återställa full muskelfunktion. Det är därför viktigt att också inkludera successivt stegrad styrketräning i rehabiliteringen, med regelbunden utvärdering av muskelfunktionen, för att säkerställa att muskeln återfår full styrka och funktion.

Excentrisk styrketräning används ofta med goda resultat för att förebygga en muskelskada (10–13). Muskelbristning vid distensionsskada uppstår huvudsakligen vid maximalt excentriskt arbete (muskeln arbetar under samtidig förlängning), eftersom muskeln då kan utveckla upp till 50 procent mer kraft jämfört med om muskelarbetet är koncentriskt (muskeln arbetar under samtidig förkortning). Vid muskelbristning i baksidan av låret gäller att ju längre upp mot höften, där musklerna på lårets baksida har sitt ursprung, som bristningen sitter desto längre tid tar läkningen. Till exempel får sprinters bristningar i lårets baksida i samband med maximal löpning, medan dansare skadar sig i samband med stretchning med långsam rörelsehastighet (14). Hos sprinters brister muskeln mitt på låret, och återgång till maximal idrottsbelastning kan ofta

ske efter 3–5 månader. Hos dansare däremot brister muskeln vid infästningen mot bäckenet, och återgång till full kapacitet sker ofta först efter cirka ett år. Ordentlig uppvärmning, god rörlighet, god muskelfunktion, och god neuromuskulär kontroll anses vara viktiga faktorer för att undvika distensionsskador. För att förebygga och behandla överansträngning av till exempel ländryggen anses det viktigt att träna stabilitets- och uthållighetsstyrka av rygg- och bålstabiliserande muskler, vilket under senare år har kommit att benämnas "core-träning" eller "core stability". Det är viktigt att träningen är idrottsspecifik och att hänsyn tas till de rörelsemönster och hastigheter som ska klaras av i idrotten (15). Det är också viktigt att träningen har stort inslag av koordination/neuromuskulär kontroll men att den inte är för låg-belastad, utan att även övningar som ökar styrka och muskelvolym finns med i programmet.

Styrketräning vid rehabilitering av ledbandsskada

Ledband förbinder ben med ben och kan sitta både inuti en led (till exempel korsbanden i knäleden) eller utanpå leden (till exempel ledbanden kring fotleden). Ledbanden är uppbyggda av parallella (och/eller tvärgående eller spiralformade), starka, draghållfasta och böjliga bindvävsfibrer. Ledbands-skador sker oftast i samband med kraftigt våld mot leden, som vid en alltför våldsam tackling eller genom att idrottaren ramlar, fastnar eller vrider leden (stukning). Den totala läkningstiden för en ledbandsskada är cirka 6–12 månader. En liten till måttlig ledbandsskada behöver dock inte ge uttalade besvär mer än 1–2 veckor. Även

om idrottaren är relativt besvärsfri, kvarstår en lång tid av läkning. Stora skador kan ge besvär (smärta, svullnad, instabilitet) i flera år. Detta gäller speciellt om den primära skadan medför skada på andra ledstrukturer, till exempel om ledens brosk skadas. Alltför kort och otillräcklig rehabilitering, där idrottaren inte tränat upp full muskelstyrka, muskeluthållighet, balans och koordination, spänst-, hopp- och löpförmåga samt idrottsfunktion, kan också medföra mycket långvariga besvär efter en större ledbandsskada. Det ställs därför stora krav på tålamod när en ledbandsskada rehabiliteras. Möjligheten att lyckas återställa ledfunktionen anses däremot vara mycket stor, även om det kan ta mycket lång tid (12–24 månader). De flesta ledbandsskador läker ut med rehabilitering, exempelvis ledband på utsidan av fotleden som kan skadas vid en vanlig fotledsstukning.

Främre korsbandet i knäleden läker däremot inte ihop av sig själv eftersom ledbandsändarna faller isär när korsbandet går av. För att återställa det främre korsbandet måste därför en operation genomföras där korsbandet rekonstrueras, till exempel med en del av knäskålssenan eller med hamstringssenor. Det går dock att klara sig bra inom vardagliga aktiviteter och inom många idrotter utan ett främre korsband, men i kontaktidrotter som fotboll, handboll eller idrotter med snabba riktningförändringar kan det vara svårt att klara sig utan ett fungerande främre korsband (16). I en avhandling har det visat sig att den årliga förekomsten av främre korsbandsskada i Sverige är nära tre gånger högre än tidigare ansetts, det vill säga cirka åtta per 10 000 individer i åldrarna 10–64 år (17). Ökningen beror sannolikt delvis på att det noterats att varannan patient med främre korsbandsruptur inte upptäcks vid klinisk undersökning på akutmottagningen.

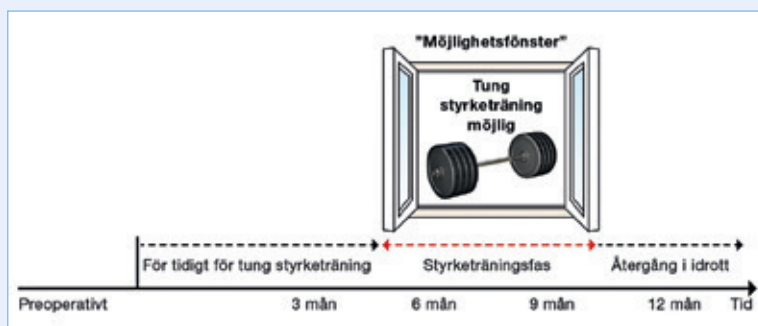
Främre korsbandsskada hos kontaktidrottande kvinnor är 2–5 gånger vanligare jämfört med hos män (18). I en studie noterades att det under en säsong inträffade totalt 16 främre korsbandsskador i Damallsvenskan i fotboll (12 lag), vilket motsvarar 1,3 skador per lag (19). Efter några säsonger blir det ackumulerade antalet spelare med korsbandsskador alltså högt. I en annan studie noterades att prevalensen (antal skador per spelare) av främre korsbandsskador var mer än dubbelt så många för elitfotbollsspelande kvinnor jämfört med för män (20). Lägre muskelstyrka hos flickor och kvinnor kan vara en förklaring (av flera) till att de löper högre risk att drabbas av en idrottsrelaterad knäskada

(som exempelvis en främre korsbandsskada) jämfört med pojkar och män (5). Ledband svarar långsamt på träning jämfört med muskler, men styrketräning medför att ledbanden blir starkare och tåligare. Vid immobilisering och inaktivitet försvagas också ledbanden långsamt på grund av låg blodförsörjning och låg hastighet i ämnesomsättningen jämfört med muskler. Eftersom ledbandsskador nästan uteslutande sker i samband med en olycka (kollision, fall, vridvåld) är det viktigt att identifiera riskfaktorer. Neuromuskulär träning med många övningar som kräver balans och koordination har blivit populär och visat sig vara effektiv (21) tillsammans med rejäl styrketräning för att förebygga ledbandsskador (22, 23). Exempelvis minskade förekomsten av främre korsbandsskada med 50 procent när handbolls-spelare norska flickor (15–17 år) genomgick ett program med förebyggande träning med speciellt utvald löp- och landningsteknikträning, samt balans- och styrketräning (24). I en annan studie av 2 200 norska flickor som spelade fotboll visade det sig dock att förebyggande träning inte minskade antalet skador, sannolikt beroende på att spelarna inte genomförde den förebyggande träningen i tillräcklig omfattning (25). Detta visar hur svårt det kan vara att föra ut nya kunskaper. Då så många av spelarna och tränarna avstod från träningen kan en orsak helt sonika vara att den förebyggande träningen inte upplevdes som tillräckligt stimulerande. Slutsatsen är att många korsbandsskador går att undvika med enkla medel (information och förebyggande träning) och att svårigheten består i att nå ut med kunskapen och att motivera tränare, föräldrar och idrottarna själva.

Styrketräning efter främre korsbandsruptur

Främre korsbandsskada, som förekommer framför allt inom kontaktidrotter som fotboll och handboll men även inom alpina idrotter, kräver lång rehabilitering oavsett om en operation utförs eller inte. Den vanligaste orsaken till att främre korsbandet skadas är att leden utsätts för ett rotationsvåld eller att knäleden översträcks. En bristning av bakre korsbandet är däremot relativt ovanlig. Rehabilitering efter främre korsbandsskada består inledningsvis av träning för ökad blodcirkulation i muskler och andra ledstrukturer, vilket tillsammans bidrar till ökad ledrörlighet. Redan efter någon dag sätts övningar in för att förebygga att muskelstyrkan minskar och att muskler runt knäleden förtvinar. Rehabiliteringen fortsätter med successivt stegrad belastning och svårighetsgrad av övningarna för

Ledband svarar långsamt på träning jämfört med muskler, men styrketräning medför att ledbanden blir starkare och tåligare.



Figur 3.

"Möjlighetsfönstret" för styrketräning med hög belastning efter främre korsbandsrekonstruktion är begränsat till några månader vid rehabilitering, framför allt vid elitidrott där återgång till idrott ofta sker (för) skyndsamt efter rekonstruktion (32).

→ att återställa rörlighet, styrka, spänst, balans, koordination och idrottsfunktion. I en norsk studie noterades att en viktig prediktor (förutsägningsfaktor) för ett lyckat slutresultat efter främre korsbandsrekonstruktion var hur starka patienterna var i quadriceps innan operation i det skadade benet. Forskarna föreslog att de patienter som inte hade åtminstone 80 procents preoperativ styrka jämfört med det friska benet skulle vänta med operation till denna styrkenivå var uppnådd (26).

Återgång till idrott efter främre korsbandsrekonstruktion

Det har visat sig svårt att återställa full muskelfunktion och full knäfunktion på sex månader efter en främre korsbandsskada, oavsett om skadan opereras eller inte (27). Trots detta finns det en allmän uppfattning inom både sjukvården och idrotten att återgång till idrott kan ske efter cirka sex månader. Endast 29 procent av unga idrottare som återgår till tuffare idrott har återfått fullgod muskelfunktion vid åtta månader (28). Långtidsuppföljning visar att endast en minoritet av idrot-

tarna har full muskelfunktion två år efter skadan eller operationen (29, 30). Om detta beror på otillräcklig rehabilitering på grund av okunskap, bristande motivation eller på att skador på andra ledstrukturer inte möjliggör fullständig återhämtning av muskelfunktion är dock oklart (31). All erfarenhet pekar på att det är den flitiga, envisa och tålmodiga idrottaren som i stor omfattning återfår full muskelfunktion och klarar att återgå till krävande idrotter med liten risk för återfallsskada. När det gäller återgång till idrott efter främre korsbandsrekonstruktion är "möjlighetsfönstret" för styrketräning med hög intensitet kort (32), åtminstone inom elitidrott där det ofta är bråttom för den aktive att börja spela igen (se figur 3). Att detta är ett problem kan exemplifieras med Zlatan Ibrahimovic som gjorde comeback mindre än sju månader efter rekonstruktion när han år 2017 spelade för Manchester United. Glädjen blev dock kortvarig eftersom han redan efter ett par matcher återigen fick problem med sitt knä och tvingades till ett nytt långt uppehåll. Risken att aktiva återvänder för tidigt till idrott, utan tillräcklig rehabilitering och innan det nya korsbandet återfått full hållfasthet, är ett fortsatt problem inom idrotten.

Styrketräning vid rehabilitering av ländryggsbesvär

År 2016 disputerade leg. sjukgymnast Lars Berglund med en avhandling om högbelastande marklyfts- träning som behandling av ländryggsbesvär (33). En träningsform som dock inte fungerade bättre än mer konventionell lågbelastande träningsterapi. Avhandlingen innebar ändå ett svenskt fysioterapeutiskt paradigmskifte vad gäller vilka träningsformer som patienter med ländryggsbesvär *de facto* kan rehabiliteras med. Under hela rehabiliteringsperioden (även inledningsvis) utförde patienterna konventionella marklyft där lyftet initierades med skivstången på golvet. Vi förordar i stället en progression i fyra steg vad gäller sättet som patienterna utför marklyftsträningen på, som vi kliniskt upplever har fungerat under många års patient-

I en norsk studie noterades att en viktig prediktor för ett lyckat slutresultat efter främre korsbandsrekonstruktion var hur starka patienterna var i quadriceps innan operation i det skadade benet.

Figur 4.

Föreslagen progression vad gäller teknisk svårighetsgrad och påfrestning på ländryggen, som ett spektrum från grönt till rött, vid marklyftsträning som behandling av ländryggsbesvär.

1. Halva marklyft i Smith-maskin
2. Halva marklyft från ställning,
3. Hexbar-marklyft
4. Konventionella marklyft

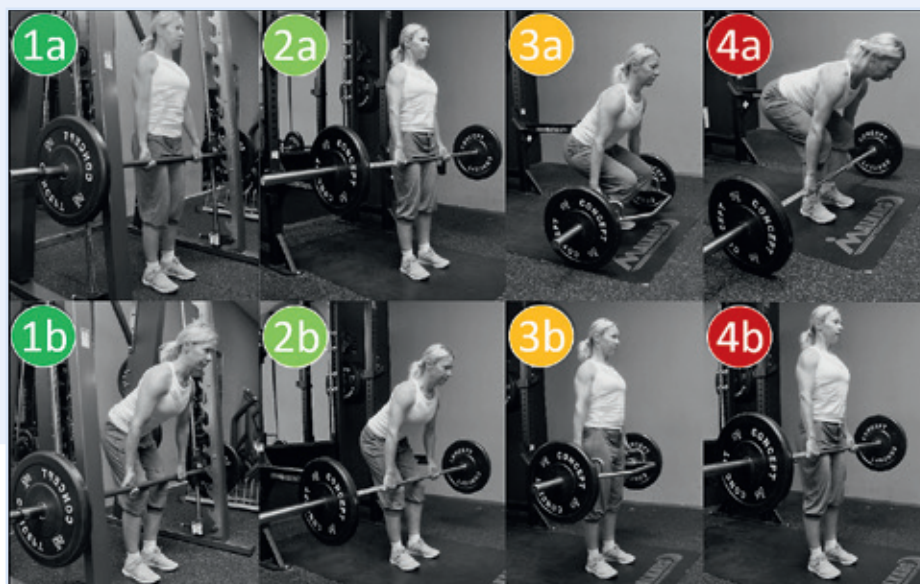


FOTO: JESPER AUGUSTSSON

arbete (figur 4). Förslagsvis inleds träningen med halva marklyft (från upprätt ställning ned till att stängen är strax ovan knälederna) i en så kallad Smith-maskin. Stängen i en Smith-maskin löper i gejdor vilket styr rörelsen som därmed förenklas. Nästa steg är att patienten utför halva marklyft med fri skivstång från ställning. Marklyftet kan då initieras från upprätt ställning vilket förenklar övningen. I nästa steg i progressionen genomför patienten marklyft från golvet med en så kallad Hexbar-skivstång, som är specialformad för att underlätta utförandet och minska belastningen på ryggen vid marklyft. Sist i progressionen utförs konventionella marklyft med rak stång från golvet.

Konklusion

Sammanfattningsvis kan sägas att styrketräning spelar en stor roll inom idrotten när det gäller att förebygga och rehabilitera idrottsskador. Det kan vara extra viktigt för flickor att styrketräna, eftersom de löper högre risk för till exempel knäskador än pojkar. För fysioterapeuten är styrketräning ett kraftfullt redskap att använda för att förebygga och rehabilitera idrottsskador, dock krävs både teoretisk och praktisk kunskap. För att blivande fysioterapeuter ska kunna fördjupa sitt kunnande måste styrketräning som ämne stärkas på grundutbildningen vid fysioterapeutprogrammen i Sverige, anser vi. ■

REFERENSER

1. Aman M, Forssblad M, Henriksson-Larsen K. Incidence and severity of reported acute sports injuries in 35 sports using insurance registry data. *Scand J Med Sci Sports*. 2016 Apr;26(4):451-62.
2. Augustsson J, Ryman Augustsson S, Thomeé R, Karlsson J. Styrketräning - för idrott, motion och rehabilitering. 2 ed. Stockholm: SISU Idrottsböcker; 2019.
3. Bahr R. Idrottsskador - en illustrerad guide. 2 ed. Stockholm: SISU Idrottsböcker; 2015.
4. Lauersen JB, Andersen TE, Andersen LB. Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2018 Dec;52(24):1557-63.
5. Ryman Augustsson S, Ageberg E. Weaker lower extremity muscle strength predicts traumatic knee injury in youth female but not male athletes. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2017;3(1):e000222.
6. Iwai K, Nakazato K, Irie K, Fujimoto H, Nakajima H. Trunk muscle strength and disability level of low back pain in collegiate wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*. 2004 Aug;36(8):1296-300.
7. Kim MH, Yoo WG, Choi BR. Differences between two subgroups of low back pain patients in lumbopelvic rotation and symmetry in the erector spinae and hamstring muscles during trunk flexion when standing. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013 Apr;23(2):387-93.
8. Renkawitz T, Boluki D, Grifka J. The association of low back pain, neuromuscular imbalance, and trunk extension strength in athletes. *Spine J*. 2006 Nov-Dec;16(6):673-83.
9. Renkawitz T, Boluki D, Linhardt O, Grifka J. [Neuromuscular imbalances of the lower back in tennis players--the effects of a back exercise program]. *Sportverletz Sportschaden*. 2007 Mar;21(1):23-8.
10. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports*. 2008 Feb;18(1):40-8.
11. Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports*. 2003 Aug;13(4):244-50.
12. Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med*. 2002 Mar-Apr;30(2):199-203.

13. Shield AJ, Bourne MN. Hamstring Injury Prevention Practices in Elite Sport: Evidence for Eccentric Strength vs. Lumbo-Pelvic Training. *Sports Med.* 2018 Mar;48(3):513-24.
14. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Proximal hamstring strains of stretching type in different sports: injury situations, clinical and magnetic resonance imaging characteristics, and return to sport. *Am J Sports Med.* 2008 Sep;36(9):1799-804.
15. Elphinston J. Total stabilitetsträning. Stockholm: SISU Idrottsböcker; 2006.
16. Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med.* 2008 Jun;42(6):394-412.
17. Frobell R. Treatment and outcome of anterior cruciate ligament injury: Truth or Consequences [Doctoral thesis]: Lund University; 2007.
18. Walden M, Hagglund M, Werner J, Ekstrand J. The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011 Jan;19(1):3-10.
19. Waldén M. Epidemiology of injuries in elite football [Doctoral thesis]: Linköping University; 2007.
20. Walden M, Hagglund M, Magnusson H, Ekstrand J. Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011 Jan;19(1):11-9.
21. Walden M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hagglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2012 May 3;344:e3042.
22. Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training techniques to target deficits before return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Strength Cond Res.* 2008 May;22(3):987-1014.
23. Silvers-Graneli HJ, Bizzini M, Arundale A, Mandelbaum BR, Snyder-Mackler L. Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players? *Clin Orthop Relat Res.* 2017 Oct;475(10):2447-55.
24. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjølberg A, Olsen OE, Bahr R. Prevention of noncontact anterior cruciate ligament injuries in elite and adolescent female team handball athletes. *Instr Course Lect.* 2007;56:407-18.
25. Steffen K, Myklebust G, Olsen OE, Holme I, Bahr R. Preventing injuries in female youth football--a cluster-randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2008 Oct;18(5):605-14.
26. Eitzen I, Holm I, Risberg MA. Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med.* 2009 May;43(5):371-6.
27. Neeter C. Knee function after anterior cruciate ligament injury [Doctoral thesis]: Gothenburg University; 2007.
28. Beischer S. Patience you must have, my young athlete – Rehabilitation specific outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction [Doctoral thesis]: Gothenburg University; 2019.
29. Arangio GA, Chen C, Kalady M, Reed JF, 3rd. Thigh muscle size and strength after anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997 Nov;26(5):238-43.
30. Heijne A, Werner S. A 2-year follow-up of rehabilitation after ACL reconstruction using patellar tendon or hamstring tendon grafts: a prospective randomised outcome study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010 Jun;18(6):805-13.
31. Augustsson J. Styrketräning vid rehabilitering, del II. *Svensk Idrottsmedicin.* 2002 (2):13-7.
32. Augustsson J. Documentation of strength training for research purposes after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013 Aug;21(8):1849-55.
33. Berglund L. Deadlift training for patients with mechanical low back pain: a comparison of the effects of a high-load lifting exercise and individualized low-load motor control exercises [Doctoral thesis]: Umeå University; 2016.