

Czy stosowanie rozciągania statycznego korzystnie wpływa na dynamikę sportowca, obniża ryzyko urazów i przyspiesza restytucję powysiłkową?

Problem szkoleniowy

Do dzisiaj zarówno wśród sportowców, jak i szkoleniowców dość powszechna jest wiara, że stosowanie rozciągania statycznego w rozgrzewce przed treningiem dobrze przygotowuje sportowca do wysiłku, a także, że systematycznie stosowane wpływa pozytywnie na wyniki sportowe, redukuje potreningowe bóle mięśni, przyspiesza odnowę i skutecznie chroni przed urazami.

Czy ta wiara ma solidne podstawy naukowe?

Wyniki badań eksperymentalnych, prowadzonych od wielu lat, a także obserwacje szkoleniowe świadczą o tym, że stosowanie w rozgrzewce przed treningiem i zawodami rozciągania statycznego nie jest zasadne, gdyż takie ćwiczenia nie rozgrzewają organizmu sportowca. Z zadowoleniem należy przyjąć, że w ostatnich latach w wielu konkurencjach i dyscyplinach sportowych wyciągnięto właściwe wnioski i wyłączone, lub wyraźnie ograniczone, stosowanie rozciągania statycznego w tej części treningu. To jednak nie rozwiązuje problemu stosowania rozciągania statycznego przez sportowców, zwłaszcza gdy zależy im na osiągnięciu coraz większej siły mięśniowej, mocy maksymalnej i skoczności. W ostatnich latach badania naukowe dostarczyły poważnych dowodów, że systematycznie stosowane rozciąganie statyczne nie zapobiega urazom, może ograniczać rozwijanie siły, mocy i skoczności, a do tego wydłuża czas restytucji powysiłkowej!

Jakie zmiany wywołuje rozciąganie statyczne w organizmie sportowca?

Różnice w interpretacji w zależności od analizowanej sytuacji szkoleniowej!

Przed dalszą analizą wpływu rozciągania mięśni zarówno na stan gotowości psychofizycznej sportowca do wysiłku, jak i trwałe zmiany jego możliwości fizycznych oraz zapobieganie urazom i przebieg restytucji powysiłkowej, wymieńmy czynniki, których interpretacja może być różna. To oznacza, że przed analizą wpływu rozciągania na organizm sportowca w różnych sytuacjach szkoleniowych musimy jednoznacznie określić, jaką z nich poddamy analizie.

Po pierwsze, różne techniki rozciągania (np. statyczne, dynamiczne, tzw. balistyczne, metodą PNF – ang. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, czy poizometrycznej relaksacji) mogą mieć różny wpływ na stan psychofizyczny sportowca!

Po drugie, rozciąganie statyczne przed treningiem obniża siłę, skoczność, czy moc sportowca, ale stosowane systematycznie nie musi zawsze wpływać negatywnie na te zdolności!

Po trzecie, rozciąganie statyczne przed treningiem nie gwarantuje obniżenia ryzyka urazu na tym treningu, ale stosowane systematycznie może - w odniesieniu do niektórych rodzajów urazów – zmniejszać to ryzyko w całej karierze sportowca!

Po czwarte, rozciąganie statyczne po treningu może wydłużyć proces restytucji powysiłkowej, gdyż jest to przecież czynność ekscentryczna, uznana jako najbardziej wywołująca opóźnioną bolesność mięśni (tzw. zakwasy), ale stosowane systematycznie przez zwiększenie gibkości może nie mieć negatywnego wpływu na ten proces!

Po piąte, wpływ rozciągania może być istotnie zróżnicowany międzyosobniczo w zależności zarówno od

sumarycznego czasu jego stosowania (np. podczas jednostki treningowej), jak i indywidualnych reakcji sportowca!

Tych, często przeciwnych, zależności między stosowaniem rozciągania a jego wpływem na organizm sportowca nie można uznać za ostatecznie rozstrzygniętych i stąd zagadnienie, które jest omawiane w niniejszej pracy, wymaga dalszych badań zarówno laboratoryjnych, jak i treningowych.

Rozciąganie statyczne nie tylko, że nie spełnia celów rozgrzewki, ale i ogranicza rozwijanie siły, mocy i skoczności!

Rozciąganie statyczne obniża siłę, moc i skoczność nie tylko chwilowo, tzn. bezpośrednio po ich zastosowaniu, ale może te zdolności obniżyć i w dłuższych okresach czasu. Jakkolwiek niewiele jest prac, w których po systematycznym stosowaniu rozciągania statycznego stwierdzano obniżenie siły mięśniowej, czy mocy utrzymujące się przez długi okres czasu (tygodnie, miesiące), to przesłanki teoretyczne są w tym przypadku jednoznaczne. W większości prowadzonych badań przeważnie stwierdzano negatywny wpływ rozciągania statycznego na siłę i moc, który utrzymywał się od 10 do 60 minut od ich przeprowadzenia, ale i po 24 godzinach od przeprowadzenia rozgrzewki statycznej wyniki skoczności i 30-metrowego sprintu były istotnie gorsze w porównaniu nie tylko z rozgrzewką dynamiczną, ale i rozgrzewką bez żadnego rozciągania [1]. Jednakże wykazano również, że stosowanie przez 4-6 tygodni małych dawek rozciągania statycznego na treningu (np. 4 serie x 45 s) nie miało istotnego wpływu na siłę i moc.

Można stwierdzić, że jakkolwiek większość naukowców zdecydowanie uważa, że statyczne rozciąganie obniża siłę, moc i skoczność, to wyniki badań eksperymentalnych tego jednoznacznie nie potwierdzają. Należy jednak pamiętać, że brak standaryzacji takich badań (różne okresy stosowania i różne czasy rozciągania, mało reprezentatywne grupy badanych, którzy przeważnie nie są czynnymi sportowcami wysokiej klasy, itd.) jest istotnym czynnikiem ograniczającym ich wiarygodność.

Co do jednego wszyscy są zgodni - ten rodzaj rozciągania nie powinien występować w rozgrzewce przed dynamicznymi akcjami [2], a jeżeli już, to w minimalnych dawkach!

Bardzo ostrożnie należy traktować zalecenia szkoleniowe, dotyczące wpływu rozciągania, zwłaszcza te, które nie uwzględniają aktualnego stanu wiedzy. Takim przykładem może być czwarte wydanie w 2014 roku książki R.E. McAtee i J. Charlanda „Facilitated Stretching” przez renomowane wydawnictwo Human Kinetics. W tej książce, sprzedanej w poprzednich wydaniach w nakładzie ponad 100 tysięcy egzemplarzy, poświęconej głównie technice rozciągania statycznego PNF, najbardziej znanej w fizjoterapii, wymienia się liczne korzyści, jakie mogą uzyskać sportowcy stosując tę technikę, w tym zwiększenie siły, poprawienie koordynacji ruchów i w efekcie rezultatów sportowych oraz zmniejszenie ryzyka urazów z przeciążenia. Nie wiadomo, na jakiej podstawie wymienieni Autorzy przewidują takie korzyści, zwłaszcza że nie ma naukowych dowodów, by różne rodzaje PNF – poza zwiększeniem gibkości – miały wpływ na obniżenie ryzyka urazów.

Nie ulega wątpliwości, że sportowcy, których celem jest zwiększenie siły, mocy i skoczności powinni minimalizować stosowanie rozciągania statycznego, zwłaszcza w okresach najważniejszych startów. Można przyjąć, że im dłuższy czas stosowania i większa intensywność rozciągania statycznego, to tym większe obniżenie siły, mocy i skoczności. Przy czym, te negatywne zmiany nie zależą od poziomu aktywności fizycznej i w podobnym stopniu występują zarówno u sportowców, jak i u osób nietreningowych.

Stwierdzono, że rozciąganie statyczne – poza efektami mechanicznymi i neuromięśniowymi - zakłóca przepływ krwi przez mięśnie, co może mieć negatywny wpływ na podejmowane bezpośrednio po rozgrzewce

wysiłki wytrzymałościowe.

Wpływ rozciągania statycznego na zwiększanie siły mięśniowej, mocy i skoczności oraz restytucję powysiłkową i zapobieganie urazom – wyniki badań naukowych

Często w praktyce szkoleniowej uważa się, że systematyczne stosowanie rozciągania statycznego obniża ryzyko doznania urazów, a stosowanie ćwiczeń plyometrycznych (skoki, rzuty, sprinty) to ryzyko zwiększa. Tymczasem wyniki badań naukowych, podsumowanych w formie meta-analiz [3, 4], wyraźnie pokazują tendencję wręcz odwrotną! Nie stwierdza się bowiem, by rozciąganie statyczne miało znamieny wpływ na wskaźniki urazowości w sporcie, a ćwiczenia plyometryczne prawidłowo wykonywane i stosowane zwłaszcza w wersji „miękkiej”, tzn. na miękkim podłożu (piasek, woda, materace), obniżają urazowość, szczególnie u młodych zawodniczek! Ponadto wykazano, że ten rodzaj ćwiczeń zwiększa masę kości dzieci w okresie wczesnego dojrzewania, a także kobiet zarówno młodych, jak i w średnim wieku (przed menopauzą)! Oczywiście jest, że w przypadku stosowania ćwiczeń plyometrycznych, zwłaszcza zeskoków „w głąb”, konieczna jest rozwaga, a wysokość zeskoku - która ma istotny wpływ zarówno na poprawne wykonanie fazy lądowania jak i na osiągnięte efekty - powinna być starannie dobierana (np. 30, 50 czy 75 cm) w zależności od poziomu sportowego zawodników oraz uprawianej konkurencji/dyscypliny sportowej [5]. Dowodów wysokiej skuteczności ćwiczeń plyometrycznych w zwiększaniu skoczności i mocy jest wiele, ale jeszcze raz podkreślimy, konieczna jest rozwaga w ich stosowaniu! Ponadto należy pamiętać, że zmianom mechanicznym charakterystyk mięśni, jakie występują po systematycznym stosowaniu ćwiczeń plyometrycznych, powinno towarzyszyć nauczanie sportowca ich bezpiecznego wykorzystania, czyli prawidłowej techniki ruchu. Na przykład siatkarz wraz ze zwiększeniem mocy w fazie odbicia lub/i wysokości wyniesienia środka masy ciała (wskaźnik skoczności) w pionowym skoku obunóż powinien zadbać o bezpieczne, amortyzacyjne lądowanie, gdyż wyższe wartości siły reakcji podłoża (głównie składowej pionowej) w tej fazie, to większe ryzyko przeciążenia układu ruchu. Przekonującym argumentem, co do zasadności takiego ostrożnego postępowania, są wyniki badań przeprowadzonych przez Foure i wsp. [6], w których u osób poddanych 14-tygodniowemu treningowi plyometrycznemu (34 treningi, 6 800 skoków) zwiększyła się sztywność ścięgna Achillesa o 24,1%, a współczynnik rozproszenia energii sprężystości zmniejszył się o 35%. Te jakościowe zmiany właściwości mechanicznych ścięgna (bez zmiany jego wymiarów) sprzyjają uzyskiwaniu lepszych wyników (skoczność, moc), ale jednocześnie – co wyraźnie wskazują autorzy [6] - mogą zwiększać ryzyko urazów mięśni lub ścięgien. Ryzyko to można istotnie obniżyć zwracając uwagę na opanowanie poprawnego, bezpiecznego lądowania po skokach. Praktyka treningowa w tej mierze często jest odwrotna! Uczymy sportowców techniki eksplozywnego odbicia, w którym ryzyko urazu jest niewielkie, a nie uczymy poprawnego lądowania, w którym ryzyko urazu, zwłaszcza typu przeciążeniowego, jest bardzo duże!

Jako ważną przyczynę negatywnego wpływu statycznego rozciągania na rozwijanie mocy wymienia się zmniejszenie sztywności jednostek mięśniowo-ścięgnistych (MTU – musculo-tendinous units), tj. kurczliwych włókien mięśniowych, oraz sprężystych membran mięśniowych i ścięgien, co obniża zdolność do magazynowania energii sprężystej przez MTU, a więc osłabia pożądany u sportowca efekt CR-S (cykl rozciągnięcie-skurcz). Rozgrzewka dynamiczna pozwala uzyskać optymalną sztywność MTU.

Statyczne rozciąganie zwiększa odruch ze ścięgna (hamowanie), inicjowany w receptorach ścięgnistych (organach Golgiego), który zmniejsza siłę odruchu na rozciąganie, a więc obniża efekt CR-S.

Statyczne rozciąganie przyczynia się do wydłużenia czasu reakcji, a w konsekwencji czasu ruchu.

Już w 1993 roku Smith i wsp. [7] stwierdzili, że rozciąganie statyczne zwiększa – bardziej niż dynamiczne – efekt opóźnionego bólu mięśni (DOMS – delayed onset muscle soreness), potocznie określanego jako tzw. zakwas. Nie jest to zaskoczeniem, gdyż czynność ekscentryczna, czyli rozciąganie mięśni, od dawna uważana była za bodziec wywołujący silniej wyrażony DOMS niż czynność koncentryczna (skracanie mięśni), czy statyczna, częściej zwana izometryczną (długość mięśni jest stała). Trenerzy, którzy w okresie przygotowawczym realizowali marszobieg, czy biegi w górach, zapewne dobrze pamiętają reakcje sportowców na te niespecyficzne bodźce treningowe, silnie akcentujące czynność ekscentryczną (schodzenie z góry). Część z nich zapewne do dzisiaj pamięta kultowy wręcz obraz, jakim było „bolesne” schodzenie sportowców po krętych schodach w Centralnym Ośrodku Sportu w Zakopanem, zwłaszcza w pierwszych dniach pobytu na zgrupowaniu. Tak przejawia się DOMS!

Najnowsze badania nad zjawiskiem DOMS [8] wykazały, że wyraźne obniżenie subiektywnego odczuwania bolesności mięśni, zwłaszcza w pierwszej dobie po długotrwałym wysiłku wytrzymałościowym (maraton), można uzyskać stosując odzież kompresyjną (uciskową). Jako główne mechanizmy, które wywołują ten efekt, wymienia się wytworzenie przez ucisk zwiększonego ciśnienia, które redukuje przestrzeń dla powstawania obrzęku, a więc obniża stan zapalny, oraz, że zwiększone ciśnienie wzmacnia działanie tzw. pompy mięśniowej, co sprzyja usuwaniu metabolitów [8].

Przypuszcza się, że stosowanie w rozgrzewce przed treningiem i zawodami wibracji mięśni całego ciała (WBV – whole body vibration) może zmniejszać DOMS. Wykorzystanie ćwiczeń na platformie wibracyjnej w rozgrzewce uważane jest także za dobry środek zwiększający gibkość bez obniżania siły, skoczności i mocy. Nie ma dowodów, by rozciąganie statyczne zapobiegało urazom [3], ale warto wziąć pod uwagę wnioski, jakie zawarli w artykule przeglądowym z 2010 roku McHugh i Cosgrave [9]. Wymienieni Autorzy poddali szczegółowej analizie kilkadziesiąt prac eksperymentalnych, w których badano wpływ rozciągania na występowanie urazów w sporcie, przy czym w tej analizie nie odróżniono rozciągania statycznego od dynamicznego, oceniając ich wpływ łącznie. Jakże wnioski? Zanim przejdziemy do wniosków rozpatrzmy przesłanki teoretyczne, które uzasadniają, dlaczego rozciąganie może ograniczać występowanie urazów w sporcie.

Podstawowym celem rozciągania jest zwiększenie zakresu ruchu w stawach (ROM – range of movement). Ten cel osiąga się zarówno przez zmianę charakterystyki mechanicznej kompleksu mięsień-ścięgno, jak i pobudzenia z układu nerwowego. Ta pierwsza, to głównie zmiana właściwości lepkosprężystych mięśni, przeważnie określanych jako tzw. opór tkanek, którego miarą jest sztywność lub pasywny moment siły oporu. Obniżenie – zarówno wartości jak i czasu trwania – tzw. oporu tkanek zależy przede wszystkim od całkowitego czasu stosowania rozciągania np. w rozgrzewce przed treningiem. Na przykład w przypadku mięśni zginających kończynę w stawie kolanowym, określanych jako grupa kulszowo-goleniowa (hamstrings), po 6 minutach rozciągania (np. 12 serii x 30 s) można uzyskać około 18% obniżenie oporu tkanek [8], co przekłada się na zwiększenie zakresu ruchu w stawie kolanowym o kilka stopni. Ten uzyskany efekt po godzinnej przerwie wyraźnie maleje i wynosi już tylko od 3 do 5% [8]. Oczywiście jest, że podejmowana, np. po rozgrzewce, dalsza aktywność pozwala ten efekt utrzymać dłużej, a jego wartość będzie zależała m. in. od zaangażowania i zakresu ruchu rozciąganej grupy mięśni. W praktyce szkoleniowej można przyjąć, że minimalny całkowity czas rozciągania mięśni, który umożliwia wyraźne obniżenie tzw. oporu tkanek co najmniej na 20 minut, powinien wynosić ok. 5 minut (np. 10 serii x 30 s) [8].

Uważa się, że zwiększenie zakresów ruchu w stawach i zmniejszenie sztywności kompleksu mięsień-ścięgno

(inaczej zwiększenie jego podatności na odkształcenia) zmniejsza ryzyko urazów, ale jednoznacznie nie wykazano zależności między ruchomością w stawach (gibkością) a występowaniem urazów. W tej kwestii nie ma jednomyślności. Część badaczy podkreśla, że większa podatność kompleksu mięsień-ścięgno zmienia charakterystykę siła-długość mięśnia w ten sposób, że wzrasta siła rozwijana przy większej długości mięśnia. Praktycznie oznacza to, że bardziej rozciągnięty mięsień rozwija większą siłę, co zmniejsza ryzyko urazów typu naciągnięcie mięśnia (muscle strain injury). Nie wszyscy zgadzają się z taką interpretacją uważając, że większa siła przy większej długości mięśnia może zwiększać prawdopodobieństwo urazu. Niektórzy badacze uwzględniając aspekt psychologiczny dodają, że mięśnie sportowca poddane systematycznemu rozciąganiu mogą odruchowo reagować zwiększeniem napięcia, co ogranicza ich prędkość skracania się i stopień rozluźnienia. Skutkiem tego może być zwiększenie prawdopodobieństwa uszkodzenia mięśni.

Generalnie do czynników zwiększających ryzyko urazów zalicza się nadmierny zakres ruchów połączony ze słabą stabilizacją określonej części ciała, wcześniejsze urazy, stany zmęczenia i przetrenowania. Dużym zagrożeniem jest czynność mięśni w warunkach ekscentrycznych, podczas której mamy do czynienia z bardzo szybkim zwiększaniem szywności kompleksu mięsień-ścięgno. Czynnikiem zmniejszającym ryzyko urazów są duża wartość siły, zarówno względnej, tj. przeliczonej na jeden kilogram masy ciała sportowca, jak i rozwijanej w warunkach ekscentrycznych, a także większa podatność kompleksu mięsień-ścięgno, co oznacza lepszą amortyzację sił oddziałujących na sportowca.

Wszyscy są zgodni, że jeżeli nawet teoretycznie można uzasadnić korzystny wpływ rozciągania na ograniczenie ryzyka urazów, to poza naciągnięciami mięśni nie dotyczy on urazów układu więzadłowego (np. uszkodzenie więzadła krzyżowego przedniego) i kostnego (np. złamania) oraz urazów typu przeciążeniowego (overuse injury), takich jak tzw. kolano skoczka (przewlekły zespół bólowy więzadła rzepki), czy tzw. łokieć tenisisty (ból w okolicy nadkłykcia bocznego kości ramiennej).

Wróćmy do wniosków, jakie zawarli we wspomnianym wcześniej artykule przeglądowym z 2010 roku McHugh i Cosgrave [9], którzy przeprowadzili analizę prac eksperymentalnych poświęconych wpływowi rozciągania na występowanie urazów w sporcie.

Po pierwsze, rozciąganie w połączeniu z prawidłową rozgrzewką może mieć wpływ na ograniczenie urazów, ale tylko typu ostrego, a zwłaszcza naciągnięć mięśni (np. dwugłowego uda). Nie należy oczekiwać pozytywnego efektu rozciągania na zapobieganie urazom typu przeciążeniowego, powstającym i nasilającym się stopniowo w procesie treningowym (np. tzw. kolano biegacza, czyli przewlekły zespół bólowy pasma biodrowo-piszczelowego).

Po drugie, zaleca się włączenie do rozgrzewki ćwiczeń rozciągania – lepiej dynamicznego niż statycznego – mięśni tzw. podwyższonego ryzyka uszkodzenia w danej dyscyplinie lub konkurencji. Na przykład dla hokeisty na lodzie będą to mięśnie przywodzące oraz zginające kończynę w stawie biodrowym, a dla sprintera, czy piłkarza nożnego, mięśnie zginające kończynę w stawie kolanowym, czyli grupa kulszowo-goleniowa (mm. dwugłowy uda, półścięgnisty i półbłoniasty).

Po trzecie, czas stosowania oraz intensywność ćwiczeń rozciągających muszą zapewnić wyraźne obniżenie tzw. oporu tkanek w danym stawie.

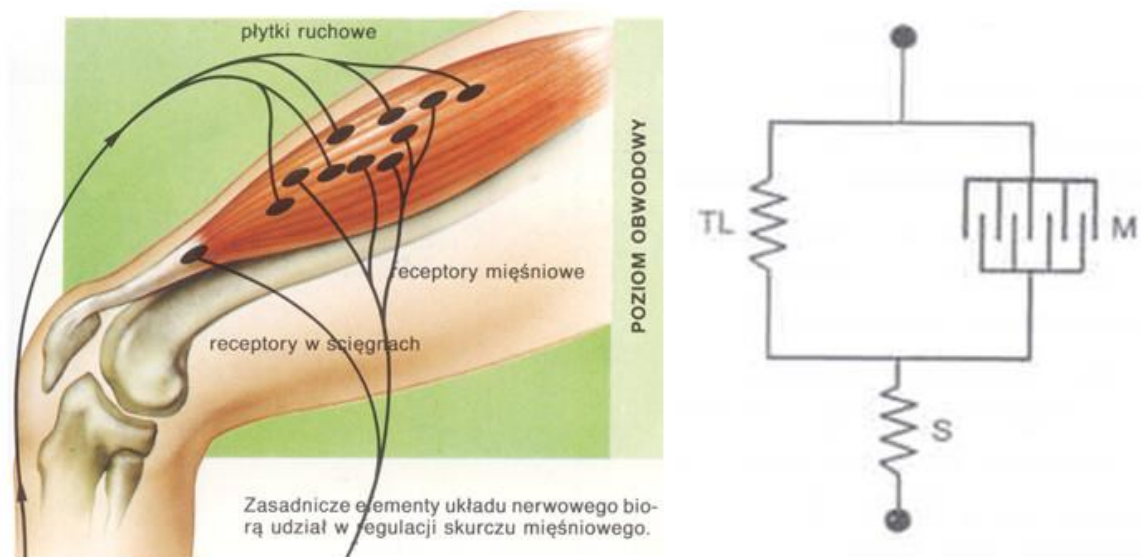
W piśmiennictwie podkreśla się, że zagadnienie wpływu rozciągania na urazy w sporcie wymaga dalszych badań, które nie powinny zawierać błędów metodologicznych oraz dotyczyć sportowców o najwyższym poziomie.

Dlaczego rozciąganie statyczne wpływa negatywnie na siłę, moc i skoczność?

Wyjaśnienia poszukamy w najczęstszej, naturalnej sekwencji działania mięśni człowieka, jakim jest cykl rozciągnięcie-skurcz (CR-S), w terminologii międzynarodowej dobrze znany jako S-SC (Stretch-Shortening Cycle). Jego znajomość w sporcie jest niezbędna do zrozumienia oddziaływania na organizm człowieka zarówno ćwiczeń mocy, jak i rozciągania statycznego.

Ruchy w CR-S charakteryzują się skurczem mięśni, poprzedzonym ich rozciągnięciem, które najczęściej określane jest jako zamach (ruch skierowany przeciwnie do ruchu głównego). Pod pojęciem ruchu głównego, rozumiemy ten, który jest celem ćwiczenia (np. odbicie, wyrzut sprzętu, uderzenie, kopnięcie itp.). Zamach - w zależności od zadania ruchowego - może mieć różną prędkość i zakres rozciągnięcia mięśni, ale czas zmiany kierunku ruchu (przejście od zamachu do ruchu głównego) powinien być jak najkrótszy. Spełnienie tego warunku, który decyduje o skuteczności ruchu w cyklu CR-S, powoduje, że przeważnie ruch główny wykonany z maksymalną mocą poprzedzony jest szybkim, gwałtownie wyhamowanym zamachem. Działanie mięśni w cyklu rozciągnięcie-skurcz umożliwia uzyskanie wyższych wartości m. in. siły, szybkości rozwijania siły (RFD – rate of force development), pracy, mocy, sprawności mechanicznej czy prędkości końcowej ruchu, niż wówczas, gdy mięśnie działają tylko koncentrycznie, tj. bez wcześniejszego ich rozciągnięcia. Korzyści, czasami sięgające kilkudziesięciu procent, wynikające z działania mięśni w cyklu CR-S są faktem bezspornym i określane są umownie jako efekt CR-S.

Najważniejsze znaczenie w powstawaniu efektu CR-S mają dwa mechanizmy.



Rycina 1. Główne mechanizmy powstawania efektu CR-S

Objaśnienia: część ryciny z prawej – energia sprężysta gromadzona w kompleksie mięsień-ścięgno, poziom obwodowy: element kurczliwy – mięsień (M), sprężysty – tkanka łączna (TL) i ścięgno (S); część ryciny z lewej – mechanizm tzw. centralny, proprioceptory, system dwóch sprzężeń zwrotnych, odruch na rozciąganie (pobudzenie): receptory mięśniowe, tj. wrzeciona mięśniowe, inaczej czujniki „długość mięśnia”, odruch ze ścięgna (hamowanie): receptory w ścięgnach, tj. receptory ścięgniste (organy Golgiego), inaczej czujniki „siła mięśnia”, płytki ruchowe (synapsy nerwowo-mięśniowe) – „wzmocniacze” pobudzenia mięśnia; *źródło: zmodyfikowane opracowanie własne [10].*

Pierwszy mechanizm, na tzw. poziomie obwodowym, polega na wykorzystaniu energii sprężystej gromadzonej w fazie ekscentrycznej (zamazach) i uwolnionej w fazie koncentrycznej (ruch główny) przez kompleks mięsień-ścięgno (muscle-tendon complex). Głównym magazynem energii jest sprężyste ścięgno, które dzięki dużej sztywności potrafi zgromadzić dużą porcję energii mimo niewielkiego odkształcenia, tj. do kilku procent. Na przykład w ścięgnię Achillesa może być zgromadzona energia równa 42 J, co stanowi ponad 30% energii niezbędnej do wykonania jednego kroku podczas biegu. Sztywność mięśnia zmienia się w dużym zakresie i jest największa wówczas, gdy mięsień jest maksymalnie pobudzony.

Drugi mechanizm, tzw. centralny, umożliwia zwiększenie siły mięśnia przez wykorzystanie odruchów: na rozciąganie (wpływ pobudzający, wrzeciona mięśniowe, potocznie czujniki „długość mięśnia”) i ze ścięgna (wpływ hamujący, receptory ścięgniste, potocznie czujniki „siła mięśnia”). Raptowne rozciągnięcie mięśnia powoduje wzrost jego siły, który jest hamowany przez odruch ze ścięgna. Jest to mechanizm ochronny, który zapobiega ewentualnemu uszkodzeniu kompleksu mięsień-ścięgno przez nadmierne siły zewnętrzne. Obniżenie przez systematyczny trening hamującego efektu odruchu ze ścięgna, jest uważane za jedną z przyczyn urazów, jakich doznają sportowcy. Efekt CR-S (np. maksymalna wartość siły rozwijanej przez mięsień) zależy od dodatniego wpływu energii sprężystej zgromadzonej w kompleksie mięsień-ścięgno i odruchu na rozciąganie (pobudzenie), pomniejszonego o hamowanie (odruch ze ścięgna). Dzięki systematycznemu stosowaniu naturalnych ćwiczeń plyometrycznych (plyometrics), najlepszych środków treningowych (skoki, rzuty, sprinty, kopnięcia, uderzenia), jeżeli celem jest zwiększenie mocy maksymalnej sportowca, podobny efekt CR-S można osiągnąć przez wzmocnienie pobudzającego działania odruchu na rozciąganie lub przez osłabienie (potocznie „usypianie”) odruchu ochronnego (zmniejszenie hamującego działania odruchu ze ścięgna). Takie same korzyści przynosi stosowanie ćwiczeń mocy ze sztangą (np. zarzut sztangi na klatkę piersiową, wyskoki z dodatkowym obciążeniem, rwanie), pod warunkiem, że ruchy wykonywane są z dużą prędkością według zasady „maksymalnie szybko do końca”. W tym miejscu potrzebne jest wyjaśnienie dotyczące ćwiczeń mocy. W terminologii międzynarodowej przez ćwiczenia plyometryczne uważa się przeważnie naturalne formy ruchu, takie jak skoki (np. skoki obunóż przez płotki), rzuty (np. piłkami lekarskimi), czy sprinty (np. na 30 m). Wychodząc z nazwy tych ćwiczeń (zmodyfikowane w wersji angielskiej połączenie greckich słów: pleio – więcej i metron – miara; ang. plyo i metric) należy do nich zaliczyć takie, które angażują mięśnie w CR-S. Pozytywny wpływ stosowania tych ćwiczeń na siłę, moc i skoczność jest bogato udokumentowany [4]. Przy czym, wyróżnia się CR-S „wolny”, który występuje wówczas, gdy podczas ćwiczenia (np. odbicie w wyskoku pionowym z miejsca obunóż, czy w biegu) czas kontaktu stóp z podłożem wynosi powyżej 0,25 s oraz CR-S „szybki”, gdy podczas ruchu (np. natychmiastowe odbicie pionowe po zeskoku „w głąb”, czy odbicie w skoku w dal) czas kontaktu stóp z podłożem jest krótszy niż 0,25 s. Uważa się, że efekt CR-S w tym pierwszym rodzaju cyklu jest większy, gdy sztywność kompleksu mięsień-ścięgno jest mniejsza, gdyż umożliwia to zmagazynowanie większej ilości energii sprężystej, natomiast w tym drugim – gdy sztywność kompleksu mięsień-ścięgno jest większa. W zależności od celu dobieramy ćwiczenia, które oddziałują na CR-S „wolny” lub „szybki”, kierując się wymienionymi powyżej wartościami czasu trwania pojedynczego powtórzenia, tj. dłuższy lub krótszy niż 0,25 s.

Na czym więc polega konflikt między ćwiczeniami mocy a rozciąganiem statycznym? Problem zawiera się w tym, że na te same mechanizmy mięśniowo-nerwowe, u tego samego sportowca, w tym samym czasie oddziałujemy skrajnie różnie! Stosując ćwiczenia plyometryczne pobudzamy odruch na rozciąganie, a rozciąganiem statycznym ten odruch osłabiamy! Stosując ćwiczenia mocy „usypiamy” odruch ochronny (ze

ścięgną), a rozciąganiem statycznym ten odruch wzmacniamy! Tak więc możemy powiedzieć, że poprawę dynamiki sportowca, którą osiągamy przez systematyczną, ciężką pracę treningową, obniżamy, a w niektórych przypadkach (nadmiar rozciągania statycznego) wręcz hamujemy! W Tabeli 1 przedstawiono różnice między działaniem ćwiczeń mocy (plyometrycznych) i rozciągania statycznego na podstawowe czynniki cyklu CR-S.

Tabela 1. Różny wpływ ćwiczeń mocy i rozciągania statycznego na cykl rozciągnięcie-skurcz (CR-S)

Czynnik	Rozciąganie statyczne (<i>static stretching</i>)	Ćwiczenia mocy (<i>plyometrics</i>)
Rozciągnięcie mięśni	Powolne, rozluźniające	Raptowne, aktywne
Kompleks mięsień-ścięgno	Zmniejszenie sztywności – mniej energii sprężystej	Zwiększenie sztywności – więcej energii sprężystej
Odruch na rozciąganie	Oslabianie (hamowanie)	Maksymalne pobudzenie
Odruch ze ścięgna	Wzmacnianie roli ochronnej	Oslabianie roli ochronnej, „usypianie”
Czas między rozciągnięciem a skurczem mięśnia	Kontrolowany, spokojny	Gwałtowny, jak najkrótszy
Czas reakcji i czas ruchu	Wydłużanie	Skracanie
Tolerancja dużych obciążeń rozciągających mięśnie	Zmniejszanie (hamowanie)	Zwiększanie (pobudzenie)

Źródło: opracowanie własne na podstawie analizy piśmiennictwa

Uważa się [11], że obniżenie siły, mocy i skoczności po stosowaniu rozciągania statycznego spowodowane jest przede wszystkim następującymi czynnikami:

- zmniejszeniem bioelektrycznej aktywności mięśni,
- zmianami właściwości mechanicznych kompleksu mięsień-ścięgno, głównie zmniejszeniem jego sztywności,
- zmniejszeniem szybkości rozwijania siły (RFD),
- zwiększeniem opóźnienia elektromechanicznego (EMD – electro-mechanical delay), czyli czasu między pojawieniem się aktywności elektrycznej a początkiem rozwijania siły przez mięsień, który dla mięśni szkieletowych wynosi od 0,03 do 0,06 s,
- obniżeniem siły na poziomie sarkomeru, czyli najmniejszego „mięśniowego generatora”, gdyż wraz z czynnościowym wydłużeniem mięśnia zmienia się obszar wzajemnego zachodzenia na siebie nici miozyny i

aktywny, a to oznacza, że podczas cyklu połączenia miozynowego mostka poprzecznego z aktywą może maleć wartość generowanej siły.

Chcesz uzyskać postęp w sile, mocy, czy skoczności – musisz ograniczyć rozciąganie statyczne!

Analiza dotychczasowej wiedzy o wpływie zarówno ćwiczeń mocy, jak i statycznego rozciągania na efekt CR-S upoważnia do oczywistego wniosku. Ćwiczenia mocy zwiększają efekt CR-S, a rozciąganie statyczne go obniża! To oznacza, że jeżeli sportowiec chce mieć dużą siłę, moc, czy skoczność, to powinien ograniczyć rozciąganie statyczne do minimum! Powolne rozciąganie, co jest istotą rozciągania statycznego, „usypia” odruch na rozciąganie, a przecież chcąc zwiększać moc maksymalną trzeba go maksymalnie pobudzać. Taki jest przecież cel ćwiczeń plyometrycznych!

Wnioski szkoleniowe

Omawiane zagadnienie jest niezwykle trudne do jednoznacznego rozstrzygnięcia i to nie tylko dlatego, że mamy tak dużo form rozciągania mięśni i różny może być czas ich stosowania. Trudne jest przede wszystkim dlatego, że można je skrajnie interpretować i dlatego, że jednoznaczne przesłanki teoretyczne nie zawsze potwierdza praktyka szkoleniowa. Trudne także dlatego, iż efekty natychmiastowe (czasowe), jak np. wpływ rozgrzewki przed treningiem na możliwości psychofizyczne sportowca na treningu, mogą być inne niż efekty późniejsze (względnie trwałe), jak np. systematyczne stosowanie rozciągania na możliwości psychofizyczne sportowca w kolejnych latach jego kariery. Nie ma wątpliwości, że natychmiastowy wpływ rozciągania statycznego (np. w rozgrzewce przed treningiem lub zawodami) na siłę, skoczność, czy moc jest negatywny. Nie ma przekonujących dowodów i nie są znane mechanizmy potwierdzające, że systematycznie stosowane rozciąganie statyczne może pozytywnie wpływać na poziom siły, skoczności i mocy sportowca. Nie ma dowodów naukowych, by natychmiastowy efekt rozciągania statycznego (rozgrzewka) miał istotny wpływ na obniżenie ryzyka urazów na danym treningu, ale można oczekiwać, że systematyczne stosowanie rozciągania to ryzyko obniży, zwłaszcza urazów typu ostrego (np. naciągnięcia mięśni). Zagadnienie wpływu rozciągania statycznego na możliwości fizyczne sportowca jest trudne do rozstrzygnięcia także i dlatego, że można jako najważniejsze przesłanki dla ograniczenia stosowania rozciągania statycznego uznać procesy zachodzące w organizmie człowieka, nazwijmy je przesłankami teoretycznymi, ale można – co zapewne wybiera duża część sportowców i ich trenerów – jako priorytetowe uznać doświadczenia praktyczne, zwłaszcza sportowców-mistrzów. Jak w tej sytuacji postępować? Proponujemy rozwiązania kompromisowe, przy czym w przypadku każdego sportowca należy wnikliwie rozstrzygnąć wszystkie za i przeciw.

Sportowcy, którzy w zakresie przygotowania fizycznego dążą do osiągnięcia jak najwyższych poziomów siły mięśniowej, mocy i skoczności powinni ćwiczenia rozciągania statycznego ograniczyć do minimum i stosować je w części końcowej, a nie w rozgrzewce. Można przyjąć, że sumaryczny czas rozciągania pojedynczej grupy mięśniowej (np. mięśnie zginające kończynę w stawie kolanowym) nie powinien przekraczać 30-60 sekund (np. od jednej serii 30-sekundowej lub 2 serii 15-sekundowych do dwóch serii 30-sekundowych lub czterech 15-sekundowych), a całkowity czas rozciągania statycznego 5-7 minut. To zalecenie dotyczy zawodników, u których nie stwierdzamy deficytu gibkości, ani też tzw. zaburzeń biomechanicznych, takich jak np. przykurcz mięśni zginających kończynę w stawie biodrowym, mała ruchomość w stawie skokowo-goleniowym, czy w stawie ramiennym.

Sportowcy, dla których bardzo ważna jest siła mięśniowa, moc i skoczność, ale mają problemy z gibkością i

koordynacją ruchową mogą stosować ćwiczenia rozciągania statycznego w większym wymiarze, na przykład w ramach treningu funkcjonalnego, nawet kosztem treningu siły, czy mocy. Można przyjąć, że takie postępowanie będzie korzystniejsze dla ich rozwoju sportowego, zwłaszcza, gdy poziom ich przygotowania fizycznego jest zadowalający.

Poszukiwanie rozwiązań kompromisowych jest solą procesu treningowego, ale nawet gdy praktyka szkoleniowa dostarcza różnych dowodów, a mechanizmy teoretyczne są jednoznaczne, to chyba lepiej zaufać tym drugim.

Piśmiennictwo

1. Haddad M, Dridi A, Chtara M, Chaouachi A, Wong DP, Behm D, Chamari, K. *Static stretching can impair explosive performance for at least 24 hours.* *J Strength Cond Res*, 2014; 28(1): 140–146.
2. Bernhart C. *Review of Stretching Techniques and Their Effects on Exercise.* A Senior Thesis, Honors Program of Liberty University, USA, 2013: 1-47.
3. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey Jr CD. *The Impact of Stretching on Sports Injury Risk: A systematic review of literature.* *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36(3): 371-378.
4. Markovic G, Mikulic P. *Neuro-Musculoskeletal and Performance Adaptations to Lower-Extremity Plyometric Training.* *Sports Med*, 2010; 40(10): 859-895.
5. Taube W, Leukel C, Lauber B, Gollhofer A. *The drop height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch-shortening cycle training.* *Scand J Med Sci Sports*, 2012; 22: 671-683.
6. Fouré A, Nordez A, Cornu C. *Plyometric training effects on Achilles tendon stiffness and dissipative properties.* *J Appl Physiol*, 2010; 109: 849-854.
7. Smith LL, Brunetz MH, Chenier TC, McCammon MR, Houmard JA, Franklin ME, Israel RG. *The effects of static and ballistic stretching on delayed onset muscle soreness and creatine kinase.* *Res Q Exerc Sport*, 1993; 64(1):103-107.
8. Hill JA, Howatson G, van Someren KA, Walshe I, Pedlar CR. *Influence of compression garments on recovery after marathon running.* *J Strength Cond Res*, 2014; 28(8): 2228–2235.
9. McHugh MP, Cosgrave CH. *To stretch or not to stretch: The role of stretching in injury prevention and performance.* *Scand J Med Sci Sports*, 2010; 20:169-181.
10. Trzaskoma Z, Trzaskoma Ł. *Kompleksowe zwiększanie siły mięśniowej sportowców.* Biblioteka Trenera, Centralny Ośrodek Sportu, Warszawa, 2001, 1-383.
11. Kay AD, Blazevich AJ. *Concentric muscle contractions before static stretching minimize, but do not remove, stretch-induced force deficits.* *J Appl Physiol*, 2010; 108:637-645.