

Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu
Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu

mgr Aleksandra Kisilewicz

Tytuł:

Powysiłkowa zmiana sztywności mięśnia czworobocznego grzbietu w ocenie miotonometrycznej i elastograficznej.

Promotor: dr hab. Adam Kawczyński

Streszczenie

Wstęp

Większość wcześniejszych badań poświęconych powysiłkowym zmianom sztywności mięśniowej szacowała i opisywała ten parametr jedynie w sposób pośredni, jako wzrost sztywności wynikający ze wzrostu napięcia biernego i związany z ograniczeniem zakresu ruchomości w stawach. W ostatnich latach wprowadzono jednak nowe metody pomiarowe, takie jak miotonometria czy elastografia fali poprzecznej, zapewniające nieinwazyjny i bezpośredni pomiar tego parametru. Zarówno elastografia jak i miotonometria wykazują wysoką korelację z rozkładem czasowym zmian sztywności oraz opóźnionej bolesności mięśni, spowodowanych wysiłkiem o charakterze ekscentrycznym. Obie metody reprezentują technologie pozwalające na obiektywny i ilościowy pomiar sztywności biomechanicznej, którego nie można uzyskać na podstawie badania klinicznego i palpacji manualnej. Jednakże nadal zbyt mało jest publikacji badających zależność między pomiarem sztywności dynamicznej (reprezentowanym przez miotonometrię), a rejestracją zmian modułu sprężystości (wykorzystywaną w elastografii). Z uwagi na relatywnie mniejszy koszt aparatury oraz mniejszy stopień skomplikowania procedury pomiarowej w przypadku miotonometrii;

wykazanie takiej zależności byłoby korzystne dla popularyzacji wykorzystania aparatu MyotonPRO do bieżącego monitorowania sztywności mięśniowej w sporcie.

Cel pracy

Celem pracy było oszacowanie powysiłkowej zmiany sztywności mięśnia czworobocznego grzbietu oraz porównanie wyników pomiaru wykonanego metodą miotonometrii i elastografii.

Osoby badane i metody badawcze

Badaniu poddano grupę 14 praworęcznych ochotników (11 mężczyzn i 3 kobiety; wysokość ciała $175,1 \pm 10,4$ cm; masa ciała $73,8 \pm 11,3$ kg) w przedziale wiekowym od 20 do 30 r.ż. Uczestników rekrutowano spośród osób nietreningujących oraz nie uczestniczących w treningu siłowym mięśni obręczy barkowej kończyny górnej przez okres minimum czterech tygodni. Kryterium włączenia był również brak bólu i wcześniejszych urazów okolicy szyi lub barku, mogących ograniczać możliwości wysiłkowe lub powodować wystąpienie objawów bólowych.

Protokół badawczy składał się z trzech części:

- 1) pomiaru wyjściowego sztywności części zstępującej mięśnia czworobocznego grzbietu po stronie prawej, z wykorzystaniem technologii elastografii oraz miotonometrii, bezpośrednio przed wysiłkiem fizycznym o charakterze ekscentrycznym;
- 2) wysiłku fizycznego o charakterze ekscentrycznym, poprzedzonego wyznaczeniem zakresu ruchu unoszenia barków oraz maksymalnej siły skurczu dowolnego dla części zstępującej mięśnia czworobocznego grzbietu;
- 3) pomiaru ewaluacyjnego sztywności 24 godziny po wysiłku fizycznym o charakterze ekscentrycznym, z ponownym wyznaczeniem zakresu ruchu i maksymalnej siły skurczu dowolnego.

Do przeprowadzenia wysiłku fizycznego o charakterze ekscentrycznym wykorzystano dynamometr do ćwiczeń mięśnia czworobocznego grzbietu (Uniwersytet w Aalborgu, Aalborg, Dania). Protokół ćwiczeń składał się z 50 powtórzeń w pięciu seriach po 10, oddzielonych 2-minutowym odpoczynkiem. Jednokrotne powtórzenie polegało na ruchu uniesienia barku bez oporu, a następnie próbie utrzymania go w pozycji końcowej w górze, przeciwdziałając sile dynamometru wywierającej nacisk w dół. Powodowało to powolne opuszczanie barku w miarę wzrostu zmęczenia mięśni, aż do osiągnięcia pozycji początkowej. Każdy skurcz odbywał się na poziomie 100% maksymalnej siły skurczu dowolnego, w pełnym zakresie ruchu.

Pomiary miotonometryczne sztywności dynamicznej i elastograficzne modułu sprężystości wykonano w czterech punktach pomiarowych, znajdujących na wysokości linii łączącej wyrostek kolczysty siódmego kręgu szyjnego i wyrostek barkowy łopatki; rozmieszczonych w równych odległościach na części zstępującej mięśnia czworobocznego grzbietu. Do wykonania pomiarów elastograficznych, polegających na rejestracji zmian prędkości rozchodzenia się fali ultradźwiękowej w tkankach, wykorzystano aparat marki GE Healthcare, model LOGIQ S8 (General Electric, Norwalk, Stany Zjednoczone). Urządzeniem reprezentującym technologię miotonometrii, szacującym sztywność dynamiczną na podstawie tłumionych oscylacji tkanki wywołanych impulsem mechanicznym, był aparat MyotonPRO (Myoton AS, Tallin, Estonia).

Oprócz pomiarów sztywności, uczestnicy zostali poproszeni o dwukrotne wskazanie poziomu bolesności okolicy części zstępującej mięśnia czworobocznego grzbietu: bezpośrednio przed i 24 godziny po wysiłku fizycznym o charakterze ekscentrycznym. Każdy uczestnik określił subiektywny odczuwalny poziom bolesności, stosując 11-stopniową znormalizowaną numeryczną skalę oceny bólu.

Wyniki i wnioski

Wyniki eksperymentu wykazały, że biomechaniczne właściwości mięśni, reprezentowane przez moduł sprężystości oraz sztywność dynamiczną, mogą ulec zmniejszeniu pod wpływem wysiłku fizycznego o charakterze ekscentrycznym. Analiza statystyczna potwierdziła istotny spadek modułu sprężystości badanego mięśnia o 14%; od momentu przed zadaniem wysiłkiem o charakterze ekscentrycznym ($45,8 \pm 1,6$ kPa), do 24 godzin po wysiłku ($39,4 \pm 1,2$ kPa) ($p = 0,005$). Podobnie sztywność dynamiczna badanego mięśnia zmalała o 17% (z $369,0 \pm 7,3$ N/m do $302,6 \pm 6,0$ N/m), dla każdego z czterech punktów pomiarowych ($p < 0,001$). Przeprowadzona na uzyskanych danych korelacja Pearsona nie wykazała jednak istotnej zależności liniowej, pomiędzy względną powysiłkową zmianą modułu sprężystości oraz względną powysiłkową zmianą sztywności dynamicznej dla czterech punktów pomiarowych. Wyznaczenie regresji liniowej dla sumarycznych wartości we wszystkich punktach pomiarowych uwidocznilo umiarkowaną dodatnią zależność obu pomiarów ($R = 0,383$; $p = 0,219$).

Ponadto dowiedziono, iż zastosowanie zadanego wysiłku fizycznego o charakterze ekscentrycznym spowodowało wystąpienie zespołu opóźnionej bolesności części zstępującej mięśnia czworobocznego grzbietu. Subiektywny uśredniony poziom odczuwanej przez uczestników badania bolesności zwiększył się istotnie: z braku bolesności dla oceny wyjściowej, do bolesności na poziomie $4,6 \pm 1,4$ ($p < 0,001$). Na 24 godziny po wysiłku, wartość siły maksymalnego skurczu dowolnego uległa wyraźnemu spadkowi o 16% (z $622,4 \pm 243,0$ N do $521,7 \pm 239,2$ N), ale nie okazał się on istotny statystycznie ($p = 0,10$). Nie odnotowano także istotnej zmiany zakresu ruchu uniesienia barków (z $67,9 \pm 16,4$ mm przed wysiłkiem do $66,0 \pm 9,2$ mm po protokole ćwiczeń ekscentrycznych; $p = 0,70$)

Wyniki niniejszego badania pokazują, że monitorowanie sztywności przy użyciu miotonometrii i elastografii fali poprzecznej przyczynia się do zrozumienia, w jaki sposób

pojedynczy mięsień adaptuje się do pracy z przewagą skurczów ekscentrycznych na wysokim poziomie obciążenia. Mogą one zapewnić głębszy wgląd w mechanizmy adaptacyjne tkanek miękkich po wysiłku i w przebiegu opóźnionej bolesności mięśniowej Dlatego też powyższa rozprawa doktorska dostarcza nowych, ważnych informacji z dziedzin badań klinicznych i stosowanych, takich jak zapobieganie urazom i programowanie obciążenia treningowego. W omawianym eksperymencie dowiedziono, że miotonometria – podobnie jak elastografia – wykazała istotny statystycznie spadek sztywności badanego mięśnia na podobnym poziomie dokładności. Biorąc pod uwagę pewne cechy urządzenia MyotonPRO (takie jak mniejszy koszt zakupu i eksploatacji, mobilność czy łatwość pomiaru), dające mu pewną przewagę nad zaawansowanym technologicznie aparatem do ultrasonografii; jego stosowanie powinno być polecane zarówno dla teoretyków, jak i praktyków w dziedzinie fizjoterapii, fizjologii wysiłku fizycznego w treningu sportowym czy szeroko pojmowanej medycyny sportowej.

Słowa kluczowe: sztywność mięśniowa, elastografia fali poprzecznej, miotonometria, MyotonPRO, zespół opóźnionej bolesności mięśniowej

Wrocław, 07.04.2021

