

**Akademia Wychowania Fizycznego
im. Jerzego Kukuczki w Katowicach
Wydział Wychowania Fizycznego**

Anna Bieniec

**WPŁYW TRENINGU FUNKCJONALNEGO NA
WYBRANE ELEMENTY SPRAWNOŚCI
SPECJALNEJ U HOKEISTÓW**

Autoreferat rozprawy doktorskiej

**Promotor :
dr hab. Małgorzata Grabara prof. AWF w Katowicach**

**Recenzenci:
prof. dr hab. Czuba Miłosz
dr hab. Chmura Paweł prof. AWF we Wrocławiu**

KATOWICE 2022

Spis treści

Wprowadzenie	3
1. Trening Funkcjonalny	4
2. Hokej na lodzie – charakterystyka dyscypliny.....	5
3. Założenia i cel pracy	7
4. Metody i organizacja badań.....	8
4.1 Uczestnicy badań	8
4.2 Organizacja badań.....	8
5. Metody badań.....	10
5.1 Pomiary komponentów somatycznych	10
5.2 Ocena funkcjonalna FMS (Functional Movement Screen).....	10
5.3 Y-Balance Test	11
5.4 Dodatkowe testy kliniczne	13
5.5 Ocena sprawności specjalnej na lodzie.....	13
5.6 Program treningu funkcjonalnego	14
6. Narzędzia analizy statystycznej.....	16
7. Wyniki badań	16
7.1 Wyniki wstępne.....	16
7.2 Wyniki końcowe.....	17
7.3 Współzależności wyników testów sprawności specjalnej na lodzie z wynikami FMS i Y-balance.	26
Ograniczenia w pracy i wskazania dla przyszłych badań	29
Wnioski	29
Bibliografia	31

Wprowadzenie

Jedną z form treningowych coraz częściej stosowanych w obecnej praktyce sportowej w zakresie przygotowania motorycznego jest trening funkcjonalny¹⁻⁶. Założenia tego treningu w sporcie zostały zdefiniowane i opisane przez Boyla⁷.

W tym projekcie badawczym wprowadzono w grupie młodych zawodników hokeja na lodzie trening funkcjonalny, aby sprawdzić czy może mieć on wpływ na poprawę wyników w testach funkcjonalnych i przełoży się na sprawności specjalną na lodzie. Według IIHCE 2020 (International Ice Hockey Centre of Excellence - Międzynarodowego Centrum Doskonalenia Hokeja na Lodzie) najważniejszą zdolnością jest umiejętność jazdy na łyżwach, ale równorzędnie powinny być kształcone zdolności wspierające utrzymanie tej dobrej techniki, jak koordynacja, mobilność, siła, moc, szybkość i zwinność. Dobra koordynacja daje graczom możliwość rytmicznego poruszania się, współpracy kończyn górnych i dolnych, szybkiej reakcji z kontrolą ciała przy dynamicznej zmianie kierunku, podania czy przyjęcia krążka, utrzymania go i możliwości strzału. Rozwijanie siły jest fundamentem do mocy, szybkości, równowagi, jakości strzałów i możliwości obrony pozycji i utrzymania krążka. Dobra mobilność stawów biodrowych i skokowych jest szczególnie ważna dla gracza w zakresie odpowiedniej techniki jazdy na łyżwach^{8,9}.

W roku 2018 autorka przeprowadziła badania pilotażowe sprawdzające wybrane aspekty oceny funkcjonalnej i sprawności specjalnej na lodzie wśród zawodników drużyn seniorskich i Kadry Polski U20. Poziom wykonywania podstawowych wzorców ruchowych nie był zadowalający, widoczne były ograniczenia mobilności, koordynacji z brakiem optymalnej kontroli motorycznej. Postawa ciała, jaką przyjmują zawodnicy już jest asymetryczna z uwagi na jednostronne trzymanie kija, co rotacyjnie ustawia obręcz barkową i miednicę¹⁰. Poza tym niepokojące były wyniki odczuwanych przez hokeistów dolegliwości mięśniowo-szkieletowych sprawdzonych nordyckim kwestionariuszem dolegliwości mięśniowo-szkieletowych. Ponad 90% z nich zgłaszała wtedy ból pleców w odcinku lędźwiowym o różnej intensywności. Inne badania także wskazują na występowanie dolegliwości w odcinku lędźwiowym u hokeistów¹¹⁻¹⁴. Może to świadczyć o pewnych konsekwencjach nieprawidłowego programu treningowego i zbyt dużych obciążeniach w okresie szkolenia dzieci i młodzieży¹⁴⁻¹⁹. Obserwując technikę wykonywania podstawowych ćwiczeń można przypuszczać, że młodzi zawodnicy nie będąc świadomi zagrożeń, mogli zbyt szybko wejść na zbyt duże obciążenia zewnętrzne pogłębiając

dalej deficyty funkcjonalne i generować kompensacyjne przeciążenia^{20,21}. Braki prawidłowych fundamentów motorycznych u zawodników przekładają się nie tylko na większe ryzyko urazów, ale też na obniżenie potencjału motorycznego, co może obniżyć sprawność specjalną, dlatego postanowiono sprawdzić czy zastosowanie korekcyjnego programu treningowego dla dorastających hokeistów poprawi ich wzorce ruchowe i czy to się przełoży na poprawę wyników testów sprawności specjalnej na lodzie.

Bardzo niewiele jest badań dotyczących monitorowania postępów polskich hokeistów. Autorce nie udało się znaleźć propozycji aktualnych programów treningowych opartych na opracowaniach naukowych dedykowanych polskiej hokej lidze młodzieżowej. Trening funkcjonalny ukierunkowany na daną dyscyplinę sportu ma przygotować układ mięśniowo-szkieletowy i aparat stawowo-więzadłowy na obciążenia treningowe i startowe^{23,28}, czyli rozwijać najwyższy potencjał sprawności zawodnika z minimalizacją ryzyka kontuzji²⁹. Poprawa deficytów funkcjonalnych w okresie rozwojowym może przynieść wiele korzyści w aspekcie długoletniej kariery sportowej zawodników^{23,30}. Ukazuje się również coraz więcej publikacji zastosowania treningu funkcjonalnego jako nie tylko prewencji urazów, ale i zoptymalizowania innych zdolności motorycznych w różnych dyscyplinach^{27,31–35}. Brakuje badań sprawdzających efekty zastosowania treningu funkcjonalnego u hokeistów w przełożeniu na sprawność specjalną na lodzie, zwłaszcza w odniesieniu do poziomu zawodników polskiej ligi hokeja. Niniejsze badania mogą wypełnić istniejącą niszę badawczą.

1. Trening Funkcjonalny

W koncepcji treningu funkcjonalnego jest działanie ukierunkowane na zaplanowany ciąg ćwiczeń, które mają kształtować prawidłowe, kontrolowane przez zawodnika ruchy, niezbędne jako fundament pod ruchy bardziej zintegrowane^{4,25–27}.

Przed wprowadzeniem programu treningowego konieczna jest ocena funkcjonalna. Pomimo, że zawodnicy wykonują specyficzne dla swojej dyscypliny trudne technicznie ćwiczenia, to mogą być nieefektywni w podstawowych wzorcach ruchowych i trenując nieświadomie, stale pogłębiać swoje dysfunkcje^{23,36}. Diagnostykę funkcjonalną należy zacząć od oceny podstawowych ruchów patrząc na pracę poszczególnych segmentów w pełnym, złożonym wzorcu, zanim rozpocznie się programowanie treningów siłowych, szybkościowo-zwinnościowych czy ćwiczeń ukierunkowanych na kształtowanie mocy. Cook stworzył bazę

testów funkcjonalnych FMS (Functional Movement Screen) pozwalających ocenić ruch i zidentyfikować ewentualne deficyty ruchowe ciała, które predysponować mogą do zwiększenia ryzyka wystąpienia urazu. FMS jest wiarygodnym, rzetelnym oraz powtarzalnym testem pozwalającym na analizę istotnych ograniczeń bądź asymetrii ruchowych. Umożliwia szybkie przeanalizowanie („screening”) jakości podstawowych wzorców ruchowych sprawdzanych w 7 testach ³⁷⁻³⁹. Należy podkreślić, że test FMS nie jest narzędziem diagnostycznym tylko przesiewowym (screeningowym), może wskazywać na konieczność szerszej diagnostyki fizjoterapeutycznej lub medycznej. Oceniane w teście FMS ruchy trzeba przeanalizować pod kątem uprawianej dyscypliny, bowiem sportowiec może wykonać zupełnie inne kompensacyjne wzorce w sprawności specjalnej. Twórcy systemu są w pełni świadomi tego ograniczenia i zalecają stosowanie dodatkowych testów motorycznych i specjalnych dla pełnej oceny zawodnika zarówno w przypadku kontuzji, jak i jego gotowości startowej. Do wstępnej oceny stanu funkcjonalnego zawodnika można zastosować wymieniony powyżej test FMS, a także test Y-Balance, który może stanowić uzupełnienie systemu oceny FMS. Test Y-Balance określa się mianem funkcjonalnego goniometru, ponieważ ocenia równowagę dynamiczną dolnej (Lower Quarter Y-Balance) i górnej części ciała (Upper Quarter Y-Balance) w trzech kierunkach (anterior - przedni, posteromedial - tylnoprzyszrodkowy, posterolateral – tylnoboczny) w krańcowych zakresach ruchomości ⁴⁰⁻⁴². Zaletą tych testów jest powtarzalność, co w przypadku sportów drużynowych umożliwia okresowy i szybki monitoring.

2. Hokej na lodzie – charakterystyka dyscypliny

Hokej na lodzie to szybka i bardzo dynamiczna gra zespołowa o wysokich wymaganiach poziomu sprawności fizycznej i mentalnej od zawodników ^{43,44}. Hokeiści na lodowisku poruszają się we wszystkich kierunkach podczas jazdy, wykonują szybkie i częste zwroty kierunku jazdy, przyspieszenia, jazdę tyłem, gwałtowne hamowania i walkę ciałem ⁴⁵. Podczas jazdy na łyżwach hokeista przyjmuje postawę z tułowiem lekko pochylonym do przodu, kończynami dolnymi ugiętymi w stawach kolanowych i biodrowych. Ruchomość stawów skokowych jest ograniczona przez wysoką łyżwę i ochraniacze. Strój zawodnika pola waży około 10 kg, a bramkarza ok. 15 kg. Każdy zawodnik ma własne upodobania związane ze stroną trzymania kija. Może to być chwyt lewostronny, bądź prawostronny i nie jest to

związane z prawem czy leworęcznością^{10,14,46}. Przewaga dynamiki, szybkości i dużych obciążeń sił zewnętrznych czyni opisywaną dyscyplinę grą o wysokim ryzyku urazu. Podczas 11 Igrzysk zimowych w 2010 roku w Vancouver hokej charakteryzował się największą urazowością wśród wszystkich rozgrywanych dyscyplin sportowych⁴⁷.

Polska dawniej klasyfikowała się na 8-9 miejscu w świecie, walcząc o wejście do grupy „A” – ośmiu najlepszych zespołów świata. W mistrzostwach świata rozgrywanych w 2013 r. w Doniecku (Dywizja I Grupa B, tj. stanowiąca III klasę mistrzowską), reprezentacja Polski nie zdołała wywalczyć awansu do Dywizji I Grupy 1A i została sklasyfikowana na 23 miejscu (ranking IIHF – 2013 r.). Brak odpowiedniej koncepcji i udoskonalania systemów szkolenia dzieci i młodzieży przyczynia się do obniżania poziomu gry w tej dyscyplinie. Kluby sportowe z reguły nie współpracują także ze specjalistami, jak trener przygotowania motorycznego, fizjoterapeuta, którzy mogą wspomóc harmonijny rozwój funkcjonalno-motoryczny młodych hokeistów, a także wdrożyć pewne dobre nawyki korekcyjne czy regeneracyjne^{2,30,48,49}. Według Chruścińskiego brak jest w Polsce jednolitego, nowoczesnego systemu szkolenia młodzieży obowiązującego wszystkie kluby hokejowe szkolące dzieci i młodzież, koordynowanego przez Polski Związek Hokeja na Lodzie (PZHL). Istnieją liczne młodzieżowe kluby hokejowe, gdzie opracowano pewien program szkolenia oparty często na doświadczeniach z krajów będących potęgami w tej dyscyplinie sportu (Czechy, Kanada), który jest modernizowany spontanicznie wraz ze zmianą sztabu szkoleniowego. Zmodyfikowany program uwzględniający warunki polskie mógłby być realizowany w każdym klubie hokejowym w naszym kraju i przynieść w niedługim czasie tej dyscyplinie sportu wymierne korzyści⁵⁰. Próbę opracowania programu szkolenia podjęli się Mruk (2000)⁵¹ dla szkoły Mistrzostwa Sportowego oraz Gabryś i Rutkowski w 2002 roku⁵² w podręczniku pod tytułem „Program szkolenia dzieci i młodzieży”. Pomimo prawie 20-letniego czasu, jaki upłynął od przedstawienia szkoleniowych programów do dzisiaj nie zaproponowano ulepszonych programu szkolenia, ani nie wdrożono centralnego systemu szkolenia nadzorowanego przez PZHL.

3. Założenia i cel pracy

Celem pracy jest ocena efektów wprowadzonego treningu funkcjonalnego na wybrane elementy sprawności funkcjonalnej i specjalnej na lodzie.

Na podstawie wstępnych wyników testu FMS i Y- Balance wdrożono 12-tygodniowy trening funkcjonalny mający na celu poprawę ewentualnych ograniczeń ruchowych. Założono, że praca nad podstawowymi zdolnościami motorycznymi, która realizowana jest na treningach funkcjonalnych, może przyczynić się do poprawy sprawności specjalnej u zawodników hokeja na lodzie.

Pytania i hipotezy badawcze

Cel pracy rozwinięto w postaci następujących **pytań badawczych**:

1. Jaki jest poziom funkcjonalnej oceny testem FMS i Y-Balance przed wdrożeniem treningu funkcjonalnego u badanych hokeistów?
2. Czy udział w programie treningu funkcjonalnego wpłynie na poziom oceny funkcjonalnej testem FMS u badanych hokeistów?
3. Czy i w jaki sposób zmieni się równowaga dynamiczna oceniana testem Y-Balance po realizacji programu treningu funkcjonalnego?
4. Czy udział w programie treningu funkcjonalnego wpłynie na wybrane elementy sprawności specjalnej na lodzie?

Postawiono następujące **hipotezy badawcze**:

1. Podobne ograniczenia funkcjonalne ujawnią się u większości badanych hokeistów w ocenie funkcjonalnej FMS.
2. Efektem udziału w programie treningowym będzie poprawa wyniku oceny funkcjonalnej FMS u zawodników hokeja na lodzie.
3. Poziom równowagi dynamicznej ciała w ocenie testem Y-Balance poprawi się we wszystkich kierunkach.
4. Trening funkcjonalny wpłynie na poprawę wybranych elementów sprawności specjalnej na lodzie.

4. Metody i organizacja badań

4.1 Uczestnicy badań

Badaniami objęto 43 hokeistów w wieku 15-17 lat uczących się i trenujących w I i II klasie w Szkole Mistrzostwa Sportowego Polskiego Związku Hokeja na Lodzie w Katowicach. Zawodnicy posiadali staż treningowy w przedziale 7-9 lat. Zawodnicy biorący udział w badaniach nie uczestniczyli nigdy wcześniej w zajęciach z treningu funkcjonalnego.

Kryteria włączenia do badań (grupa eksperymentalna): zgoda na udział w badaniach zawodników i ich rodziców/opiekunów prawnych, dobry stan zdrowia, obecność podczas badań, czynny udział w treningach sportowych i wdrożonych treningach funkcjonalnych oraz zgoda na niepodejmowanie dodatkowych form aktywności fizycznej.

Kryteria włączenia do badań (grupa kontrolna): zgoda na udział w badaniach zawodników i ich rodziców/opiekunów prawnych, dobry stan zdrowia, obecność podczas badań, czynny udział w treningach sportowych i proponowanych dodatkowych formach aktywności fizycznej w postaci gier zespołowych (z wyjątkiem hokeja) i pływania oraz zgoda na niepodejmowanie innych, dodatkowych form aktywności fizycznej.

Kryteria wyłączenia z badań: zły stan zdrowia lub samopoczucia w dniu badania; zawodnicy z urazami, w okresie rehabilitacji i nie podejmujący jeszcze regularnych treningów. Brak zgody zawodników lub opiekunów prawnych (w przypadku niepełnoletności) na udział w badaniach. Absencja na treningach i wcześniejsze uczestnictwo w treningach funkcjonalnych.

4.2 Organizacja badań

Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Uczelnianej Komisji Bioetycznej ds. Badań Naukowych działającej przy Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach (nr 2/1/2017).

Projekt badawczy realizowany był w Szkole Mistrzostwa Sportowego w Katowicach we wrześniu 2019 roku. Przed wyrażeniem pisemnej zgody na udział w badaniach trenerzy, rodzice, jak i każdy zawodnik został poinformowany o celowości badań i poufności wyników. Badania zostały przeprowadzone dwukrotnie, tj. przed rozpoczęciem i po zakończeniu programu treningu funkcjonalnego, który trwał 12 tygodni. Badania przeprowadzono w godzinach popołudniowych, przed treningiem. Test FMS, zgodnie z protokołem, nie był poprzedzony rozgrzewką. Natomiast test Y-balance i testy sprawności specjalnej na lodzie były

poprzedzone 10-minutową rozgrzewką na sucho. Zawodnicy rozpoczęli treningi we wrześniu wraz z rozpoczęciem roku szkolnego, był to też czas kiedy rozpoczynała się polska liga hokeja na lodzie więc zawodnicy regularnie podejmowali wysiłek treningowy i meczowy. Realizację projektu zakończono po 12 tygodniach, na początku grudnia. Wtedy też przeprowadzono drugie pomiary, podczas trwania krótkiej przerwy w rozgrywkach.

Zakwalifikowani do badań wstępnych zawodnicy zostali losowo podzieleni na dwie grupy:

- Eksperymentalną (E), dla której, obok drużynowego treningu technicznego i siłowego, był prowadzony dodatkowy trening funkcjonalny w wymiarze 2 jednostek treningowych trwających 60 minut każdy w mikrocyklu tygodniowym,
- Kontrolną (K), która uczęszczała na drużynowy trening techniczny na lodzie i trening siłowy oraz, w czasie, kiedy grupa eksperymentalna miała trening funkcjonalny, grupa kontrolna miała zajęcia z innych gier zespołowych na sali gimnastycznej (do wyboru: koszykówka, siatkówka lub piłka nożna) oraz okazjonalnie z pływania w wymiarze po 60 min.

Wszyscy hokeiści mieszkali w jednym akademiku, spożywali te same posiłki, nie uczestniczyli w innych formach aktywności fizycznej poza tymi, zaplanowanymi przez trenerów. Badani zostali także na wstępie poproszeni o niepodejmowanie innych niż zalecane w ramach określonego programu treningowego ćwiczeń fizycznych. Objętość treningowa obydwu grup była taka sama, a obciążenie zbliżone do siebie.

5. Metody badań

5.1 Pomiary komponentów somatycznych

Do określenia masy oraz składu ciała, tj. masy tkanki tłuszczowej (FM) [kg], procentowej zawartości tkanki tłuszczowej [%], masy ciała szczupłego (FFM) [kg], masy wody (TBW) [kg] wykorzystano metodę bioimpedancji elektrycznej. Narzędziem badawczym była waga Tanita BC418 MA. Pomiary te były wykonane w godzinach porannych, w warunkach, kiedy badani zawodnicy byli na czczo, a od ich ostatniego posiłku minęło 12 godzin. Wysokość ciała została zmierzona antropometrem.

5.2 Ocena funkcjonalna FMS (Functional Movement Screen)

System FMS składa się z 7 testów (rys. 1):

1. Przysiad głęboki,
2. Przejście przez płotek,
3. Wykrok w linii,
4. Mobilność obręczy barkowej,
5. Aktywne uniesienie wyprostowanej nogi,
6. Pompka w podporze przodem,
7. Stabilność rotacyjna.

Dwa testy są symetryczne (pierwszy i szósty), a pięć pozostałych asymetrycznych.

Każdy test oceniany jest w czterostopniowej skali 0 - 3, gdzie 0 oznacza ból w trakcie wykonywania prób testu; 1 niezdolność wykonania wzorca; 2 wykonanie wzorca z kompensacją; 3 prawidłowe wykonanie wzorca. Każdy test wykonuje się 3 razy i ocenia najlepszą próbę, ale w razie wątpliwości zapisuje się niższą ocenę. Po wykonaniu każdego z testów badający wpisuje ocenę częściową (w testach asymetrycznych) i łączną. Badany może maksymalnie uzyskać 21 punktów w wyniku końcowym. Wpisuje się także liczbę występujących asymetrii między 0 a 5. Oprócz 7 testów podstawowych w skład FMS wchodzi 3 testy prowokacyjne, których się nie ocenia, stosuje się je wraz z oceną 3 testów: ruchomości obręczy barkowej, pompki w podporze, stabilności rotacyjnej tułowia. Służą one tylko do wykrycia ewentualnych dolegliwości bólowych w specyficznych pozycjach. Testy te zapisuje się jako wynik „pozytywny” jeśli wystąpi ból lub wynik „negatywny”, jeśli ból nie wystąpi. Testy prowokacyjne zmieniają wynik łączny, jednak nie wynik częściowy. Jeśli na przykład badany otrzymuje w teście asymetrycznym 1 i 2 punkty, a w wyniku wykonania testu prowokacyjnego wystąpił ból – to wynik końcowy wynosi 0.

5.3 Y-Balance Test

Test Y-Balance stanowić może uzupełnienie systemu oceny funkcjonalnej Functional Movement Screen (FMS). Wiele publikacji potwierdza rzetelność tego testu w badaniach różnych grup wiekowych, w tym i sporej liczby sportowców różnych dyscyplin⁵³⁻⁶⁰. Zarówno rzetelność między pomiarami (0.85-0.91), jak i między testującymi (0.99-1.00) jest optymalna^{57,61}.



Y-Balance określa się jako dynamiczny goniometr (rys.2). W niniejszych badaniach zastosowano test Y-Balance w celu oceny poziomu równowagi dynamicznej i ewentualnych asymetrii pomiędzy zasięgami kończyn dolnych u hokeistów. Zasięg tylnoboczny i tylnoprzyszodkowy (rys.2b,c) są testami bardzo zbliżonym do wzorców jazdy na łyżwach (odbicia i przekładanki tyłem).

Poddano analizie, czy pod wpływem treningu funkcjonalnego zwiększą się zasięgi (w cm) w poszczególnych kierunkach oraz czy zmniejszą się asymetrię pomiędzy prawą i lewą stroną.

Kolejność testów obejmowała 3 próby w pozycji stojąc na prawej stopie, sięgając lewą do przodu (prawy zasięg przedni), a następnie 3 próby w pozycji stojącej na lewej stopie,

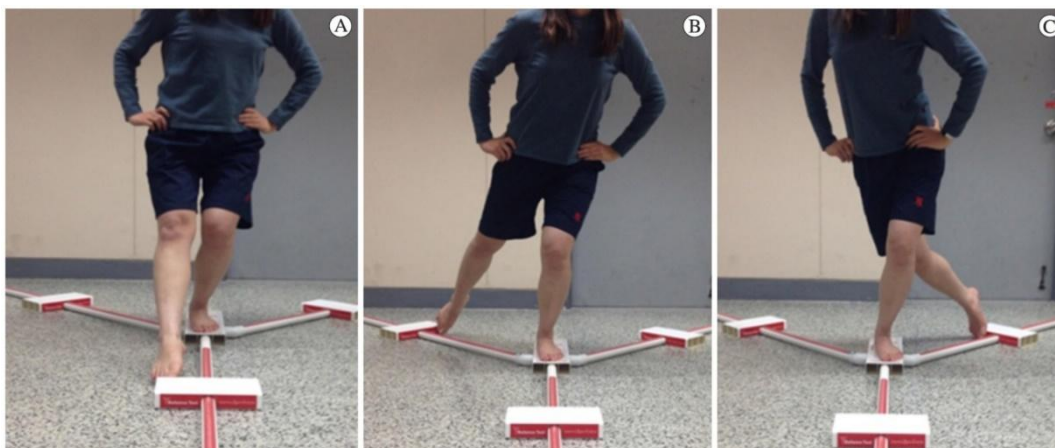
sięgając prawą stopą do przodu (lewy zasięg przedni) (rys.2). Procedurę tę powtórzono tak samo dla kierunków tylny-boczny, a następnie tylny-przyśrodkowy. Podczas prób stopa sięgająca nie mogła dotknąć podłogi zarówno w fazie przesunięcia jak i powrotu. Pięta stopy podstawnej nie mogła się odrywać podczas całej próby. Nie można było również popychać częściowo lub kopać wskaźnika zasięgu, ani stać na nim czy go dociskać. Odległość zasięgu mierzono od najbardziej dystalnej części palców stopy w pozycji stojącej do najbardziej dystalnej części stopy sięgającej w kierunku przednim, tylny-bocznym i tylny-przyśrodkowym. Wyniki z kolejnych prób zapisywano w formularzu oceny, aby potem ustalić wynik końcowy i określić poziom ewentualnej asymetrii. Odległości każdego zasięgu zostały znormalizowane w odniesieniu do długości względnej kończyny dolnej osób badanych przy użyciu następującego wzoru i podanego w %:

$$\text{Znormalizowany wynik zasięgu} = \frac{\text{zakres zasięgu (cm)}}{\text{długość kończyny dolnej (cm)}} \times 100$$

Względną długość kończyny dolnej zmierzono centymetrem od kolca biodrowego przedniego górnego (ASIS) do kostki przyśrodkowej w pozycji leżenia tyłem. W analizie uwzględniono także największe zakresy zasięgu (w cm) dla każdej kończyny we wszystkich kierunkach. Obliczono również różnicę w cm między zasięgiem prawej i lewej kończyny.

Złożony wynik zasięgu Composite (w %) otrzymano biorąc średnią z wyników zasięgu we wszystkich kierunkach dla każdej z kończyn (przedni + tylny-przyśrodkowy + tylny-boczny).

$$\text{Złożony wynik zasięgu we wszystkich kierunkach} = \frac{3 \text{ zasięgi}}{3 \times \text{długość kończyny dolnej}} \times 100$$



Rys.2 Kierunki testowania w teście Y-Balance (www.functionalmovement.com)

5.4 Dodatkowe testy kliniczne

Testy kliniczne zostały przeprowadzone przez fizjoterapeutę w celu potwierdzenia zauważonych ograniczeń i odpowiedzeniu na pierwsze pytanie badawcze.

Wykorzystano testy:

- Test ścienny Degi
- Test Thomasa
- Test Patricka
- Test ścienny dla zgięcia grzbietowego w stawie skokowym⁶².

Wyniki tych testów nie były poddane analizie. Miały na celu jedynie zweryfikować zauważone ograniczenia mobilności w teście FMS i Y-Balance przez fizjoterapeutę. Test Degi oceniać porównawczo można w pomiarze odległości kończyn górnych od ściany. Podobnie z testem ściennym zgięcia grzbietowego w stawie skokowym. Kryteria oceny testu zginaczy biodra i przywodzicieli w teście Thomasa i Patricka mogą stanowić trudność. Bardziej można się w tym przypadku powoływać na subiektywne odczucia fizjoterapeuty.

5.5 Ocena sprawności specjalnej na lodzie

Do przeprowadzenia testów sprawności specjalnej na lodzie został wykorzystany profesjonalny system pomiarowy Smart Speed (Fusion Sport, Coopers Plains, QLD, Australia). Przeprowadzono 4 testy z bazy testów IIHF (International Ice Hockey Federation) oceniających wybrane elementy sprawności specjalnej na lodzie^{63,64}.

30 metrowe Testy szybkości na lodzie po linii prostej przeprowadzono na 4 bramkach. Ustawiono odległość 5 metrów między fotokomórką a odbłyśnikiem światła. Poszczególne bramki rozmieszczono na linii startu, potem w odległości co 5, 15 metrów, aby rejestrować międzyczasy przekroczenia wiązki IR. Ostatnia czwarta bramka w odległości 30 metrów od linii startu oznaczała metę. W teście 30 metrów zawodnik ustawiał się 2 metry przed pierwszą fotokomórkową startową, z kijem trzymany na udach. Zawodnik otrzymywał informację, że może wystartować w dowolnym momencie, a pomiar czasu rozpocznie się w momencie przejechania przez pierwszą fotokomórkę. Fotokomórki były ustawione na tyle wysoko, aby czas mierzony był od momentu przejechania zawodnika, a nie kija trzymanego z przodu. Zarówno przodem jak i tyłem zawodnicy jechali dwa razy, do analizy wprowadzono lepszy wynik. Wzięto pod uwagę dwa międzyczasy oraz całkowity wynik końcowy.

Testy zwinności na lodzie (agility). Jazda przód - tył z krążkiem. Zawodnik zaczyna z linii startu, jedzie do dalszego prawego pachołka, robi łuk w prawo i przechodzi do jazdy tyłem, jedzie dalej tyłem do bliższego prawego pachołka, mija pachołek i przechodzi do jazdy przodem i jedzie do dalszego lewego pachołka, wykonuje łuk w lewo i przechodzi do jazdy tyłem. Jedzie dalej tyłem do bliższego lewego pachołka. Po minięciu pachołka zawodnik przechodzi ponownie do jazdy przodem i jedzie do linii przeciwległej do linii Start/Meta, wykonuje hamowanie przy linii, potem startuje do linii mety. To jest próba czasowa. Linia startu jest także linią mety dlatego do pomiaru czasu wykorzystano 1 fotokomórkę. Ustawiono odległość 2 metrów między fotokomórką a odbłyśnikiem światła.

Test jedno okrążenie po wirażu (szybkość po wirażu) (Fastest lap): zawodnik jedzie jak najszybciej całe okrążenie lodowiska za liniami bramkowymi. Do testu wykorzystano jedną fotokomórkę ustawioną na linii start/meta.

5.6 Program treningu funkcjonalnego

Pierwsza część badań funkcjonalnych FMS i Y-balance nakreśliła obszar ograniczeń ruchowych wśród młodych hokeistów i stała się podstawą do przygotowania programu treningu funkcjonalnego, którego skróconą wersję przedstawiono w tabeli 1.

Zastosowanie programu treningowego dla grupy eksperymentalnej przewidziano na okres 12 tygodni w wymiarze dwóch 60-minutowych jednostek treningowych w tygodniu. Program treningowy opierał się na systemie ćwiczeń korekcyjnych proponowanych przez autora testu FMS - Cooka⁶⁵ oraz na sprawdzonych funkcjonalnych programach treningowych wdrażanych do periodyzacji wybranych dyscyplin sportowych^{27,66-70}.

Ćwiczenia funkcjonalne realizowane na treningach przedstawiają ścieżkę od wzorców mobilności, przez stabilność po integrację wzorca i ćwiczenia z obciążeniem zewnętrznym oraz ćwiczenia plyometryczne.

Tabela 1. Skrócony program treningowy

Program treningu funkcjonalnego	Metody i Środki treningowe
1. Ćwiczenia oddechowe (stosowane od 1-12 tyg. treningów)	Ćwiczenia oddechowe, Relaksacja
2. Mobilizacje (1-12 tyg)	Rozluźnianie mięśniowo-powięziowe przy użyciu wałka piankowego , Poizometryczna relaksacja (PIR) mięśni o wzmożonym napięciu (głównie mięśni: kulszowo goleniowych, prostowników stawu kolanowego, mięśni kompleksu biodrowo-lędźwiowego, a także mm. obręczy barkowej Mobilizacje odcinka piersiowego kręgosłupa w kierunku wyprostowania i rotacji Mobilizacje obręczy barkowej Mobilizacje obręczy biodrowej i stawów skokowych
3. Ćwiczenia stabilizacji (prowadzone od 4 -12 tyg. ćwiczeń)	Aktywacją mięśni kompleksu miedniczno-biodrowo-lędźwiowego Aktywacja mięśni pośladkowych Aktywacja mięśni stożka rotatorów Ćwiczenia stabilizacyjne statyczne bi i unilateralnie Ćwiczenia stabilizacyjne dynamiczne (z akcentem na dominację ruchu kończyn górnych lub dolnych)
4. Ćwiczenia integracji wzorca, ćwiczenia z dodatkowym obciążeniem (wprowadzone od 5 tyg. ćwiczeń)	Przysiad obunóż, jedenonóż, wzorzec hip hinge, wzorce ciągnięcia i pchania wertykalnego i horyzontalnego wzorce rotacyjne, antyrotacyjne (chooping, lifting)
5. Ćwiczenia zwinnościowe, plyometryczne (od 6 tyg.)	Ćwiczenia poruszania się lateralnego i zmiany kierunków (COD), ćwiczenia plyometryczne.

6. Narzędzia analizy statystycznej

Wyniki badań przedstawiono w postaci średniej, odchylenia standardowego, mediany, wartości minimalnej i maksymalnej. Wybór testu parametrycznego uzależniono od spełnienia jego podstawowych założeń, tj. zgodności rozkładów z rozkładem normalnym, co zostało zweryfikowane za pomocą testu Shapiro-Wilka. Do porównania dwóch prób niezależnych wykorzystano parametryczny test t lub nieparametryczny test U Manna-Whitneya. Aby porównać wyniki dwóch pomiarów użyto parametrycznego testu t dla prób zależnych lub nieparametrycznego testu kolejności par Wilcoxon.

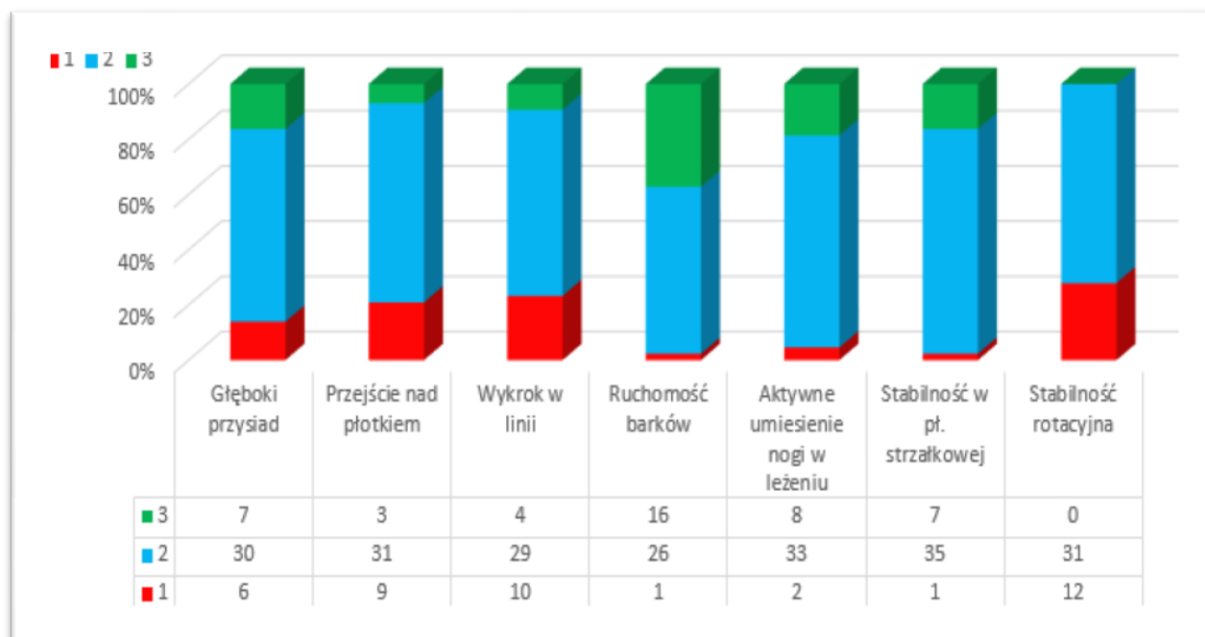
Do porównania wyników testu FMS (skala porządkowa) zastosowano testy nieparametryczne. W celu sprawdzenia siły zależności pomiędzy wynikami testu FMS a wynikami testów sprawności specjalnej na lodzie wykorzystano korelację rang Spearmanna. Różnice istotne statystycznie przyjęto dla wartości $p < 0,05$.

Do obróbki danych wykorzystano arkusz kalkulacyjny Excel (Microsoft), a do analizy statystycznej program Statistica ver. 13.1 (TIBCO Software Inc.).

7. Wyniki badań

7.1 Wyniki wstępne

Badania wstępne wskazały na występowanie zauważalnych ograniczeń ruchowych u hokeistów, które widoczne były w większości testów FMS. Najwięcej trudności i jednocześnie najmniej punktów badani otrzymali w 4 testach, a w kolejności od najmniej punktowanego były to: stabilność rotacyjna tułowia, przejście nad płotkiem, wykrok w linii, przysiad głęboki. Na rycinie 1 przedstawiono wyniki wstępne testu FMS.



Ryc. 1. Wyniki wstępne testu FMS dla wszystkich badanych

Zaobserwowano też dużą ilość asymetrii (70 %) u wszystkich badanych, z czego nieco ponad większość hokeistów (51%) miało więcej niż 1 asymetrię. W pięciu testach unilateralnych najwięcej asymetrii zauważono w teście wykroku w linii (50% wszystkich badanych) przejścia przez płotek (31%) oraz ruchomości obręczy barkowej (38%). Wyniki pierwszego pomiaru testu Y-Balance także wskazują na asymetrię pomiędzy zasięgami kończyn dolnych w kierunkach: przednim (47%), tylnobocznym (70%) oraz tylnoprzyśrodkowym (51%).

W pierwszym pomiarze zauważono istotne statystycznie różnice pomiędzy grupami eksperymentalną i kontrolną w teście zwinności ($p=0,0229$) oraz w jednym z pomiarów w teście Y-Balance, tj. w różnicy (cm) między P i L kończyną dolną w ruchu w kierunku tylnoprzyśrodkowym ($p=0,0014$) na korzyść grupy eksperymentalnej, która w testach wstępnych okazała się minimalnie szybsza w teście zwinności na lodzie i wykazała mniejszą różnicę zakresów pomiędzy kończynami prawą i lewą w teście Y-Balance.

7.2 Wyniki końcowe

Porównanie wyników I i II pomiaru w grupie eksperymentalnej dało podstawy do stwierdzenia trzech istotnych statystycznie różnic przed i po zastosowaniu treningu funkcjonalnego. W drugim pomiarze zauważono istotną poprawę czasu przejazdu przodem na dystansie 15 metrów ($p=0,002$) oraz na dystansie 30 metrów ($p=0,003$). Zauważono również

poprawę zwinności ($p=0,008$) (tab. 2). Porównanie wyników w grupie kontrolnej wskazało na istotne pogorszenie czasu przejazdu na dystansie 5 metrów tyłem w drugim pomiarze względem pierwszego ($p=0,032$) (tab. 3).

Tabela 2. Wyniki testów sprawności specjalnej na lodzie uzyskane w pierwszym i drugim pomiarze w grupie eksperymentalnej

Zmienne	Średnia \pm sd	Mediana	Min-max	P
5mP [s] – I	1,46 \pm 0,37	1,71	0,91-1,83	0,26 ^B
5mP [s] – II	1,32 \pm 0,35	1,16	0,92-1,93	
15mP [s] – I	2,82 \pm 0,37	2,61	2,39-3,42	0,002 ^B
15mP [s] – II	2,61 \pm 0,29	2,51	2,30-3,18	
30mP [s] – I	4,27 \pm 0,15	4,26	4,05-4,68	0,003 ^A
30mP [s] – II	4,06 \pm 0,31	4,10	3,40-4,63	
5mT [s] – I	1,95 \pm 0,53	2,14	1,07-2,80	0,55 ^B
5mT [s] – II	1,98 \pm 0,58	2,14	1,13-2,89	
15mT [s] – I	3,24 \pm 0,43	3,11	2,49-4,10	0,2 ^B
15mT [s] – II	3,09 \pm 0,64	2,96	2,31-4,06	
30mT [s] – I	5,18 \pm 0,26	5,19	4,71-5,61	0,19 ^A
30mT [s] – II	5,10 \pm 0,39	5,07	4,47-5,96	
Zwinność [s] – I	14,39 \pm 0,61	14,57	12,75-15,08	0,008 ^B
Zwinność [s] – II	14,14 \pm 0,74	14,04	12,20-15,90	
Szybkość po wirażu [s] I	15,00 \pm 0,75	14,92	14,07-16,55	0,75 ^A
Szybkość po wirażu [s] II	15,03 \pm 0,74	14,89	14,00-16,43	

Legenda: P- przodem, T- tyłem, istotne statycznie różnice pomiędzy I i II pomiarem zaznaczono na czerwono, ^A – wartość p z testu t, ^B – wartość p z testu Wilcoxona

Tabela 3. Wyniki testów sprawności specjalnej na lodzie uzyskane w pierwszym i drugim pomiarze w grupie kontrolnej

Zmienne	Średnia \pm sd	Mediana	Min-max	p
5mP [s] – I	1,51 \pm 0,39	1,69	0,95-2,00	0,12 ^B
5mP [s] – II	1,62 \pm 0,37	1,75	0,98-1,99	
15mP [s] – I	2,85 \pm 0,50	2,57	2,25-3,80	0,84 ^B
15mP [s] – II	2,84 \pm 0,37	2,89	2,26-3,59	
30mP [s] – I	4,37 \pm 0,33	4,33	4,03-5,69	0,13 ^B
30mP [s] – II	4,42 \pm 0,25	4,32	3,97-4,85	
5mT [s] – I	1,85 \pm 0,59	2,13	1,12-2,88	0,032 ^B
5mT [s] – II	2,04 \pm 0,48	2,21	1,21-2,89	
15mT [s] – I	3,47 \pm 0,73	3,25	2,31-4,91	0,32 ^B
15mT [s] – II	3,34 \pm 0,56	3,19	2,49-4,18	
30mT [s] – I	5,32 \pm 0,42	5,24	4,31-6,12	0,54 ^A
30mT [s] – II	5,39 \pm 0,60	5,21	4,17-6,60	
Zwinność [s] – I	15,16 \pm 1,04	15,02	13,61-18,90	0,82 ^B
Zwinność [s] – II	15,11 \pm 0,90	14,91	13,80-18,23	
Szybkość po wirażu [s] – I	15,46 \pm 0,84	15,61	14,14-16,58	0,21 ^B
Szybkość po wirażu [s] – II	15,61 \pm 0,76	15,89	14,19-16,55	

Legenda: P- przodem, T- tyłem, istotne statycznie różnice pomiędzy I i II pomiarem zaznaczono na czerwono; ^A – wartość p z testu t, ^B – wartość p z testu Wilcoxona

Porównanie pomiędzy grupami dodatkowych zmiennych (Δ) czyli różnic pomiędzy wynikami I i II pomiaru wskazało na istotne różnice trzech zmiennych, tj. różnicy pomiędzy czasem przejazdu w przód na dystansie 5, 15 i 30 metrów (tab. 4). W grupie eksperymentalnej odnotowano wyższy efekt treningowy.

W przypadku wyników testu FMS, porównanie I i II pomiaru w grupie eksperymentalnej wskazało na siedem istotnych statystycznie różnic. Po zastosowaniu treningu funkcjonalnego istotnie poprawił się wyniki głębokiego przysiadu, przejścia nad płotkiem, wykroku w linii, ruchomości obręczy barkowej, stabilności rotacyjnej, sumy punktów oraz liczby asymetrii (tab. 5). W grupie kontrolnej odnotowano istotne pogorszenie się wyników drugiego pomiaru względem pierwszego w teście przejścia nad płotkiem oraz w liczbie asymetrii (tab. 6).

Tabela 4. Różnice pomiędzy wynikami z I i II pomiaru (Δ) testów sprawności specjalnej na lodzie w grupie eksperymentalnej (E) i kontrolnej (K)

Zmienne	Grupa	Średnia \pm sd	Mediana	Min-max	p
Δ 5mP _{przed-po} [s]	E	0,14 \pm 0,47	0,01	-0,79-0,83	0,041 ^B
	K	-0,11 \pm 0,23	-0,01	-0,79-0,14	
Δ 15mP _{przed-po} [s]	E	0,21 \pm 0,30	0,04	-0,07-0,89	0,041 ^B
	K	0,01 \pm 0,31	-0,02	-0,68-0,71	
Δ 30mP _{przed-po} [s]	E	0,21 \pm 0,30	0,12	-0,20-0,86	0,009 ^B
	K	-0,05 \pm 0,34	-0,07	-0,49-1,05	
Δ 5mT _{przed-po} [s]	E	-0,03 \pm 0,66	-0,00	-1,46-1,22	0,35 ^A
	K	-0,20 \pm 0,49	-0,11	-1,01-1,12	
Δ 15mT _{przed-po} [s]	E	0,15 \pm 0,66	0,09	-0,94-1,75	0,94 ^A
	K	0,13 \pm 0,72	0,08	-1,45-1,62	
Δ 30mT _{przed-po} [s]	E	0,08 \pm 0,28	0,07	-0,42-0,67	0,24 ^A
	K	-0,07 \pm 0,53	-0,06	-0,99-1,38	
Δ Zwinność _{przed-po} [s]	E	0,25 \pm 0,49	0,27	-1,05-1,09	0,17 ^A
	K	0,07 \pm 0,39	0,04	-0,68-0,98	
Δ Szybkość po wirażu _{przed-po} [s]	E	-0,03 \pm 0,40	0,05	-1,00-0,66	0,36 ^B
	K	-0,15 \pm 0,47	-0,02	-1,62-0,69	

Legenda: P- przodem, T- tyłem, istotne statycznie wyniki zaznaczono na czerwono ^A – wartość p z testu t, ^B – wartość p z testu U Manna-Whitneya

Tabela 5. Wyniki testów FMS uzyskane w pierwszym (I) i drugim (II) pomiarze w grupie eksperymentalnej

Zmienne	Średnia	Mediana	Min- Max	P
Głęboki przysiad [pkt] I	2,00±0,52	2,00	1-3	0,027
Głęboki przysiad [pkt] II	2,26±0,45	2,00	2-3	
Przejście nad płotkiem [pkt] I	1,74±0,45	2,00	1-2	<0,001
Przejście nad płotkiem [pkt] II	2,39±0,50	2,00	2-3	
Wykrok w linii [pkt] I	1,96±0,47	2,00	1-3	0,011
Wykrok w linii [pkt] II	2,30±0,47	2,00	2-3	
Ruchomość barków [pkt] I	2,48±0,51	2,00	2-3	0,043
Ruchomość barków [pkt] II	2,70±0,47	3,00	2-3	
Aktywne uniesienie nogi w leżeniu [pkt] I	2,22±0,60	2,00	1-3	0,13
Aktywne uniesienie nogi w leżeniu [pkt] II	2,43±0,59	2,00	1-3	
Stabilność w płaszczyźnie strzałkowej [pkt] I	2,26±0,45	2,00	2-3	0,13
Stabilność w płaszczyźnie strzałkowej [pkt] II	2,48±0,51	2,00	2-3	
Stabilność rotacyjna [pkt] I	1,78±0,42	2,00	1-2	0,043
Stabilność rotacyjna [pkt] II	2±0	2,00	2-2	
Suma PKT [pkt] I	14,57±2,11	14,00	10-18	<0,001
Suma PKT [pkt] II	16,52±1,88	17,00	12-20	
Asymetrie [pkt] I	1±0,85	1,00	0-3	0,004
Asymetrie [pkt] II	0,35±0,49	0,00	0-1	

Legenda: Istotne statycznie różnice pomiędzy I i II pomiarem zaznaczono na czerwono

Tabela 6. Wyniki testów FMS uzyskane w pierwszym (I) i drugim (II) pomiarze w grupie kontrolnej

Zmienne	Średnia± SD	Me	Min-Max	p
Głęboki przysiad [pkt] I	2,05± 0,58	2,00	1-3	0,20
Głęboki przysiad [pkt] II	1,86± 0,65	2,00	1-3	
Przejście nad płotkiem [pkt] I	1,95± 0,58	2,00	1-3	0,02
Przejście nad płotkiem [pkt] II	1,64± 0,58	2,00	1-3	
Wykrok w linii [pkt] I	1,77± 0,61	2,00	1-3	0,99
Wykrok w linii [pkt] II	1,73± 0,55	2,00	1-3	
Ruchomość barków [pkt] I	2,23± 0,53	2,00	1-3	0,18
Ruchomość barków [pkt] II	2,14± 0,64	2,00	1-3	
Aktywne uniesienie nogi w leżeniu [pkt] I	2,05± 0,21	2,00	2-3	0,11
Aktywne uniesienie nogi w leżeniu [pkt] II	2,18± 0,39	2,00	2-3	
Stabilność w płaszczyźnie strzałkowej [pkt] I	2,00±0,31	2,00	1-3	0,07
Stabilność w płaszczyźnie strzałkowej [pkt] II	2,18±0,39	2,00	2-3	
Stabilność rotacyjna [pkt] I	1,68±0,48	2,00	1-2	0,99
Stabilność rotacyjna [pkt] II	1,68±0,48	2,00	1-2	
Suma PKT [pkt] I	13,77±2,29	114,00	10-19	0,26
Suma PKT [pkt] II	13,55±2,48	13,50	9-20	
Asymetrie [pkt] I	1,41±1,05	2,00	0-3	0,023
Asymetrie [pkt] II	1,86±1,25	2,00	0-4	

Legenda: Istotne statycznie różnice pomiędzy I i II pomiarem zaznaczono na czerwono, ^A – wartość p z testu t, ^B – wartość p z testu Wilcoxon

Porównanie różnic (Δ) pomiędzy grupami wskazało na istotność statystyczną pięciu zmiennych: Δ Głęboki przysiad_{przed-po}, Δ Przejście nad płotkiem_{przed-po}, Δ Wykrok w linii_{przed-po}, Δ Stabilność rotacyjna_{przed-po} oraz Δ Asymetrie_{przed-po} (tab. 7). Wyniki różnic wskazują na wyższy efekt treningowy w grupie eksperymentalnej.

Tabela 7. Różnice pomiędzy wynikami z I i II pomiaru (Δ) w testach FMS w grupie eksperymentalnej (E) i kontrolnej (K)

Zmienne	Grupa eksperymentalna			Grupa kontrolna			p
	Średnia \pm Sd	Me	Min-Max	Średnia \pm Sd	Me	Min-Max	
Δ Głęboki przysiad _{przed-po} [pkt]	-0,26 \pm 0,45	0	-1-0	0,18 \pm 0,59	0	-1-1	0,034
Δ Przejście nad płotkiem _{przed-po} [pkt]	-0,65 \pm 0,49	-1	-1-0	0,32 \pm 0,48	0	0-1	<0,001
Δ Wykrok w linii _{przed-po} [pkt]	-0,35 \pm 0,49	0	-1-0	0,05 \pm 0,21	0	0-1	0,031
Δ Ruchomość barków _{przed-po} [pkt]	-0,22 \pm 0,42	0	-1-0	0,09 \pm 0,29	0	0-1	0,10
Δ Aktywne uniesienie nogi w leżeniu _{przed-po} [pkt]	-0,22 \pm 0,60	0	-1-1	-0,14 \pm 0,35	0	-1-0	0,60
Δ Stabilność w płaszczyźnie strzałkowej _{przed-po} [pkt]	-0,22 \pm 0,60	0	-1-1	-0,18 \pm 0,39	0	-1-0	0,78
Δ Stabilność rotacyjna _{przed-po} [pkt]	-0,22 \pm 0,42	0	-1-1	0 \pm 0,31	0	-1-1	<0,001
Δ Suma punktów [pkt]	-1,96 \pm 1,55	-2	-5-2	0,23 \pm 1,11	0,50	-3-2	0,24
Δ Asymetrie _{przed-po} [pkt]	0,65 \pm 0,78	1	-1-2	-0,45 \pm 0,74	-0,50	-2-1	<0,001

Legenda: Me – mediana, istotne statycznie różnice pomiędzy I i II pomiarem zaznaczono na czerwono

Analiza wyników testu Y-Balance w grupie eksperymentalnej wskazała na istotną statystycznie poprawę wyników w II pomiarze względem I w następujących zmiennych: różnica w cm między zasięgami w kierunku tylnobocznym (posterolateral) P i L, wynik złożony Composite YBT prawy i lewy, znormalizowany wynik % (wzgl. dł. kd) dla kierunku przedniego (anterior) P i L, tylnobocznego (posterolateral) P oraz tylnoprzyśrodkowego (posteromedial) (tab. 8). W grupie kontrolnej odnotowano istotne statystycznie pogorszenie się wyników drugiego pomiaru względem pierwszego dla zmiennych: wyniku złożonego Composite YBT prawy i lewy, znormalizowany wynik % (wzgl. dł. KD) dla kier. Tylnobocznego (posterolateral) P i tylnoprzyśrodkowego (posteromedial) P (tab. 9).

Tabela 8. Wyniki testów Y-balance uzyskane w pierwszym (I) i drugim (II) pomiarze w grupie eksperymentalnej

Zmienne	Średnia ±SD	Me	Min-Max	P
Różnica w cm między kier. przednim P i L I	4,30±3,65	4,00	0-11	0,08 ^B
Różnica w cm między kier. przednim P i L II	2,57±2,64	2,00	0-11	
Różnica w cm między kier. tylnobocznym P i L I	6,74±4,57	7,00	1-20	0,003 ^B
Różnica w cm między kier. tylnobocznym P i L II	4,30±4,70	3,00	0-17	
Różnica w cm między kier. Tylnoprzyśrod. P i L I	3,52±3,80	2,00	0-15	0,90 ^B
Różnica w cm między kier. Tylnoprzyśrod. P i L II	3,39±2,46	3,00	0-10	
Wynik Composite YBT P I	100,63±7,45	99,34	87,25-116	<0,001 ^A
Wynik Composite YBT P-II	106,42±8,52	106,40	87,85-120,13	
Wynik Composite YBT L I	101,83±8,01	101,02	84,03-116,33	<0,001 ^A
Wynik Composite YBT L II	106,91±9,40	106,96	82,99-119,67	
Asymetria I między composite YBT PiL	3,29±2,32	3,11	0,01-8,5	0,31 ^B
Asymetria II między composite YBT PiL	2,36±2,14	2,36	0,04-9,59	
Z.w. [%] dla kier. Przedniego P- I	56,11±8,15	55,56	42,71-74,26	0,003 ^A
Z.w. [%] dla kier. Przedniego P-II	59,86±7,69	61,05	45,26	
Z.w. [%] dla kier. Przedniego L-I	55,64±6,77	57,58	42,11	0,001 ^A
Z.w. [%] dla kier. Przedniego L-II	59,86±7,69	61,05	45,26	
Z.w. [%] dla kier. Tylnobocznego P-I	123,20±12,00	124,47	102,11-149,5	<0,001 ^A
Z.w. [%] dla kier. Tylnobocznego P-II	131,77±12,74	131,00	104,17-153,47	
Z.w. [%] dla kier. Tylnobocznego L-I	125,32±13,21	125,00	94,79-150	0,002 ^A
Z.w. [%] dla kier. Tylnobocznego L-II	131,88±14,33	130,48	93,75-154,26	
Z.w. [%] dla kier. Tylnoprzyśrod. P-I	122,58±12,53	120,00	101,96-148,51	0,003 ^A
Z.w. [%] dla kier. Tylnoprzyśrod. P-II	127,57±12,23	123,96	100,99-152,48	
Z.w. [%] dla kier. Tylnoprzyśrod. L-I	124,53±11,56	124,75	103,88-146	0,010 ^A
Z.w. [%] dla kier. Tylnoprzyśrod. L-II	129,00±12,57	128,42	100-149	

Legenda: Z.w. – znormalizowany wynik w procentach względem długości kończyny dolnej, P – prawa kończyna dolna, L – lewa kończyna dolna, istotne statycznie różnice pomiędzy I i II pomiarem zaznaczono na czerwono, ^A – wartość p z testu t, ^B – wartość p z testu Wilcozona

Tabela. 9. Wyniki testów Y-balance uzyskane w pierwszym (I) i drugim (II) pomiarze w grupie kontrolnej

Zmienne	Średnia ±SD	Me	Min-Max	P
Różnica w cm między kier.przednim P i L 1	4,73±3,18	4,50	0-12	0,29 ^B
Różnica w cm między kier.przednim P i L 2	5,32±3,91	4,50	1-17	
Różnica w cm między kier.tylno-bocznym P i L 1	6,18±4,09	6	1-18	0,27 ^B
Różnica w cm między kier.tylno-bocznym P i L 2	6,73±4,88	6	1-24	
Różnica w cm między kier. tylnoprzyśrod. P i L 1	8,59±6,69	7,5	0-30	0,11 ^B
Różnica w cm między kier. tylnoprzyśrod P i L 2	7,50±6,60	6	0-29	
Composite YBT P-1	100,45±11,05	97,79	86,14-125,64	0,005 ^B
Composite YBT P-2	98,84±11,18	95,56	85,81-123,61	
Composite YBT L-1	97,22±12,32	92,69	82,00-120,49	0,045 ^B
Composite YBT L-2	95,24±12,08	91,31	81,97-123,96	
Asymetria 1 pomiędzy composite YBT 1 P i L	4,83±3,26	3,98	0,35-10,61	0,69 ^B
Asymetria 2 pomiędzy YBT composite P i L	5,04±3,37	3,57	0,35-15,03	
Z.w. [%] dla kier. przedniego P-1	53,31±8,22	51,09	41,41-71,88	0,051 ^A
Z.w. [%] dla kier. przedniego P-2	50,26±9,60	50,32	33,00-76,04	
Z.w. [%] dla kier. przedniego L-1	52,06±10,22	54,20	30,00-71,88	0,18 ^A
Z.w. [%] dla kier. przedniego L -2	50,26±9,60	50,32	33,00-76,04	
Z.w. [%] dla kier. tylnobocznego P-1	124,00±14,62	122,49	101,98-153,13	0,013 ^A
Z.w. [%] dla kier. tylnobocznego P- 2	121,50±15,17	118,14	101,98-156,25	
Z.w. [%] dla kier. tylnobocznego L-1	121,17±14,20	118,61	101,01-152,08	0,06 ^A
Z.w. [%] dla kier. tylnobocznego L-2	118,47±16,66	114,29	94,12-155,21	
Z.w. [%] dla kier. tylnoprzyśrod. P-1	124,06±16,90	119,30	99,01-175,64	0,009 ^B
Z.w. [%] dla kier. tylnoprzyśrod. P-2	121,85±16,43	116,75	100,00-171,79	
Z.w. [%] dla kier. tylnoprzyśrod. L-1	118,44±18,13	118,20	86,87-160,00	0,21 ^A
Z.w. [%] dla kier. tylnoprzyśrod. L-2	117,00±17,41	114,11	86,73-156,25	

Legenda: Z.w. – znormalizowany wynik w procentach względem długości kończyny dolnej, P – prawa kończyna dolna, L – lewa kończyna dolna, istotnie statycznie wyniki zaznaczono na czerwono, ^A – wartość p z testu t, ^B – wartość p z testu Wilcoxon

Porównanie różnic (Δ) pomiędzy grupą eksperymentalną i kontrolną (tab. 10) wskazało na istotność statystyczną zmiennych: wyniki złożony Δ Composite YBT prawy i lewy, Δ różnicy pomiędzy prawą i lewą kończyną w kier. tylnobocznym, Δ znormalizowanych wyników % we wszystkich kierunkach. W grupie eksperymentalnej był istotnie statycznie wyższy efekt treningowy niż w grupie kontrolnej.

Tabela. 10. Różnice pomiędzy wynikami z I i II pomiaru (Δ) w teście Y-Balance w grupie eksperymentalnej (E) i kontrolnej (K)

Zmienne	Średnia± SD	Me	Min-Max	Średnia± SD	Me	Min- Max	P
Δ kier. Przedni, (P-L)	1,74± 3,63	0	-3-9	-0,59±2,86	-0,50	-9-6	0,08 ^B
Δ kier. tylnoboczny, R między P i L	2,43± 3,06	3	-4-7	-0,55±3,97	-1	-11-9	0,005 ^B
Δ kier. Tylnoprzyśrod. R między P i L	0,13± 3,51	0	-6-9	1,09±3,01	1,00	-5-8	0,33 ^A
Δ Composite YBT P [%]	-5,79± 5,18	-4,95	-16,34-6,63	1,62±2,22	1,80	-2,78-5,43	<0,001 ^A
Δ Composite YBT L [%]	-5,08± 4,47	-4,81	-14,24-6,67	1,98±3,71	1,23	-3,47-8,51	<0,001 ^A
Δ A.miedzy YBT composite PiL [%]	0,93± 2,05	0,69	-2,15-5,12	-0,21±3,01	-0,01	-5,91-6,35	0,14 ^B
Δ z.w. [%] kier. Przedni P	3,83± 3,19	4,19	-3,12-0,57	-0,10±2,27	0	-4,12-3,88	<0,001 ^A
Δ z.w. [%] kier. Przedni L.	3,90± 5,12	3,14	-8,79-5,30	-1,78±6,25	-1,01	-4,12-3,88	<0,001 ^B
Δ Z.w. [%] kier. Tylnoboczny P	8,64± 9,75	4,64	-3,96-34,73	-2,51±4,45	-2,82	-13,40-5,82	<0,001 ^B
Δ Z.w. [%] kier. Tylnoboczny L	6,85± 7,25	5,01	-3,29-26,3	-2,11±5,73	-1,19	-20,58-6,94	<0,001 ^B
Δ Z.w. [%] kier. Tylnoprzyśrod.	5,21± 7,36	2,60	-4,95-25,49	-2,40±3,54	-2,91	-10,8-2,08	<0,001 ^B
Δ Z.w. [%] kier. Tylnoprzyśrod.	4,67± 7,51	3,13	-8-27,18	-1,11±5,15	-1,02	-12,08-9,52	<0,001 ^B

Legenda: Me – mediana, R – różnica w cm, A – asymetria, Z.w. – znormalizowany wynik w procentach względem długości kończyny dolnej, P – prawa kończyna dolna, L – lewa kończyna dolna, istotne statycznie wyniki zaznaczono na czerwono, ^A – wartość p z testu t, ^B – wartość p z testu U Manna-Whitneya

7.3 Współzależności wyników testów sprawności specjalnej na lodzie z wynikami FMS i Y-balance

Ocena współzależności poszczególnych testów FMS, sumy punktów i liczby asymetrii w testach unilateralnych z wynikami testów sprawności specjalnej na lodzie uzyskanych przez wszystkich badanych w II pomiarze wskazała na ujemne korelacje niektórych testów FMS z niektórymi wynikami testów sprawności specjalnej (jak przedstawiono w tab. 11). Nie zanotowano korelacji testu aktywnego uniesienia kończyny dolnej z testami sprawności specjalnej na lodzie. Można zatem stwierdzić, że przy zwiększeniu liczby punktów w teście FMS, malał czas potrzebny na przejechanie poszczególnych dystansów. Natomiast zwiększenie liczby asymetrii skutkowało zwiększeniem ilości czasu potrzebnego na przejechanie tych dystansów.

Tabela 11. Korelacje wyników FMS z wynikami testów sprawności specjalnej uzyskane w II pomiarze u wszystkich badanych (n=43)

Zmienne	5m P II	30m P II	30m T II	Zwinność II
Głęboki przysiad II	-0,33 ^B p=0,032	-0,32 ^B p=0,037	ns	ns
Przejście nad płotkiem K II	ns	-0,35 ^B p=0,021	ns	Ns
Wykrok w linii K II	-0,36 ^B p=0,021	-0,44 ^B p=0,003	ns	Ns
Ruchomość obręczy barkowej K II	ns	-0,42 ^B p=0,005	ns	Ns
Stabilność rotacyjna II	ns	-0,4 ^B p=0,010	ns	Ns
Stabilność w pł. strzałkowej II	-ns	ns	-0,34 ^B p=0,029	-0,32 ^B p=0,039
Suma pkt II	-0,32 ^B p=0,036	-0,47 ^B p=0,002	ns	Ns
Liczba asymetrii II	0,40 ^B p=0,007	0,37 ^B p=0,015	ns	0,33 ^B p=0,029

^B- wartość korelacji porządku rang Spearmana , P- przód, T- tył, K- wynik końcowy, Dla pozostałych wyników testów sprawności specjalnej na lodzie i FMS istotnych korelacji nie odnotowano.

Podobną korelację przeprowadzono również dla różnic pomiędzy wynikami uzyskanymi w testach FMS i sprawności specjalnej na lodzie w I i II pomiarze (I-II) u wszystkich badanych prezentując te wyniki w tabeli 12. Zauważono ujemne współzależności różnic w czterech testach FMS oraz sumy punktów z różnicami trzech testów sprawności specjalnej na lodzie (tab. 12). Wyniki te potwierdziły, że wraz z poprawą czasu w testach sprawności specjalnej na lodzie w II pomiarze zwiększa się liczba punktów uzyskana w teście FMS w II pomiarze względem I.

Tabela 12. Korelacje różnic (Δ) pomiędzy pomiarami FMS i testami sprawności specjalnej na lodzie u wszystkich badanych (n=43)

Zmienne	Δ 15m P	Δ 30m P	Δ Zwinność
Δ Głęboki przysiad	-0,31 ^B p=0,045	ns	Ns
Δ Przejście nad płotkiem K	ns	ns	-0,33 ^B p=0,039
Δ Ruchomość o. barkowej K	-0,4 ^B p=0,008	-0,32 ^B p=0,040	-0,33 ^B p=0,031
Δ Wykrok K	ns	-0,32 ^B p=0,039	-0,35 ^B p=0,023
Δ Suma punktów	-0,35 ^B p=0,022	-0,38 ^B p=0,012	-0,47 ^B p=0,001
Δ Liczba asymetrii	ns	ns	Ns

Legenda : ^B- wartość korelacji porządku rang Spearmana, P- przód, K – wynik końcowy, dla pozostałych różnic (Δ) wyników testów sprawności specjalnej na lodzie i FMS istotnych korelacji nie odnotowano.

Ocena współzależności wyników testu złożonego Composite Y-balance z wynikami testów sprawności specjalnej na lodzie uzyskanych w II pomiarze u wszystkich badanych zawodników wskazała na pięć istotnych statystycznie korelacji pomiędzy wynikami testów (tab. 13). Można założyć, że wraz z lepszymi wynikami całościowymi Composite w teście Y-Balance testy szybkości na lodzie także się poprawiają.

Tabela 13. Korelacje wyników końcowych Composite z wynikami testów sprawności specjalnej uzyskane w II pomiarze u wszystkich badanych

Zmienne	30 m P II	15 m T II	30m T II	Zwinność II
COMPOSITE YBT P II	ns	-0,31 ^B P=0,046	ns	-0,36 ^B P=0,02
COMPOSITE YBT L II	-0,31 ^A p=0,046	ns	-0,38 ^A p=0,013	-0,41 ^B p=0,007

Legenda: ^A- wartość korelacji Pearsona, ^B- wartość korelacji porządku rang Spearmana, P- przód, T- tył, YBT P- wynik dla prawej kończyny, YBT L- wynik dla lewej kończyny, dla pozostałych wyników testów sprawności specjalnej na lodzie korelacji nie zanotowano

Tabela 14. Korelacje różnic (Δ) pomiędzy pomiarami Composite Y-balance i sprawności specjalnej na lodzie u wszystkich badanych (n=43)

Zmienne	Δ 5m P	Δ 30 m P	Δ 30 m T	Δ Zwinność
Δ COMPOSITE YBT P	-0,35 ^B p= 0,021	-0,52 ^B p<0,001	-0,38 ^B p=0,012	-0,52 ^B p<0,001
Δ COMPOSITE YBT L	Ns	-0,44 ^B p=0,003	-0,31 ^A p=0,045	-0,37 ^A p=0,016

Legenda: ^A- wartość korelacji Pearsona, ^B- wartość korelacji porządku rang Spearmana, P-przód, T- tył, YBT P- wynik dla prawej kończyny, YBT L- wynik dla lewej kończyny, dla pozostałych różnic (Δ) wyników testów sprawności specjalnej na lodzie korelacji nie zanotowano

Podobną korelację przeprowadzono również dla różnic (Δ) pomiędzy wynikami uzyskanymi w testach Composite Y-Balance i sprawności specjalnej na lodzie w I i II pomiarze (I-II) u wszystkich badanych prezentując te wyniki w tabeli 14. Zauważono 7 istotnych korelacji wskazując, że wraz z poprawą wyników testów Y-Balance dla prawej i lewej kończyny pomiaru II względem I poprawiały się poszczególne testy sprawności specjalnej w grupie eksperymentalnej.

Ograniczenia w pracy i wskazania dla przyszłych badań

Jako ograniczenie niniejszych badań można uznać brak przeprowadzenie badań kontrolnych po 6 tygodniach trwania projektu z powodu zbyt intensywnego mikrocyklu treningowego zawodników i braku akceptacji ze strony trenerów na dodatkowe testy. Kolejnym ograniczeniem jest brak włączenia do badań testów sprawności ogólnej, których wyniki mogłyby być dobrym materiałem do analizy w jakim stopniu trening funkcjonalny wpływa na sprawność specjalną, a w jakim na sprawność ogólną w tej dyscyplinie i dawało możliwości do opracowania zależności pomiędzy testami sprawności ogólnej i specjalnej. Ograniczenia te mogą być podstawą do analizy w przyszłych badaniach. Wskazaniem dla dalszych badań mogłaby być też analiza czy zastosowany w tej dyscyplinie trening funkcjonalny może mieć wpływ na prewencję urazów i dolegliwości mięśniowo szkieletowych.

Wnioski

1. W badaniach wstępnych wykazano pewne spójne ograniczenia występujące u hokeistów, tj. deficyty we wzorcach mobilnościowych obręczy barkowej i biodrowej oraz stawów skokowych, licznie występujące asymetrie w unilateralnych testach FMS oraz teście Y-Balance. Wpływały one dysfunkcyjnie na jakość testowanych zadań ruchowych wymuszając kompensacyjne wzorce ruchowe. W teście FMS próbami ocenionymi najniżej

były: stabilność rotacyjna, wykrok w linii, przejście przez płótek i przysiad głęboki, natomiast test Y-Balance wykazał asymetrie w zasięgach pomiędzy prawą i lewą stroną, szczególnie w kierunku tylnobocznym.

2. Zastosowany 12-tygodniowy program treningu funkcjonalnego wpłynął na poprawę wzorców mobilności, stabilności, koordynacji i równowagi oraz przełożył się na uzyskanie istotnie lepszych wyników w teście FMS w pięciu na siedem testowanych zadań ruchowych, a także na istotne zmniejszenie asymetrii oraz zwiększenie końcowej sumy punktów.
3. Wdrożony trening przyczynił się do poprawy wyników złożonych Composite w teście Y-balance (Composite P i L) i zmniejszenie asymetrii zasięgów pomiędzy kończynami w kierunku tylnobocznym.
4. Udział w programie treningu funkcjonalnego przyczynił się do poprawy niektórych elementów sprawności specjalnej na lodzie. W grupie eksperymentalnej zanotowano istotną poprawę czasów przejazdu przodem na dystansie 15m i 30m oraz istotną poprawę wyniku testu zwinności na lodzie. Natomiast w grupie kontrolnej nastąpiło pogorszenie czasu przejazdu na dystansie 5m tyłem. Zwiększenie zakresów ruchu kończyn dolnych mogło przyczynić się do poprawy kroku łyżwowego. Zawodnik mógł obniżyć pozycję startową i poprzez większy zakres ruchu stawu biodrowego wydłużyć krok łyżwowy w poszczególnych jego fazach. Poprawa mobilności i stabilności mogła wpłynąć na aktywniejsze zaangażowanie odpowiednich grup mięśniowych w ćwiczeniach trójboju i dwuboju siłowego, co też mogło mieć wpływ na poprawę szybkości i zwinności na lodzie.
5. W badaniach zauważono istotne współzależności wyników testów FMS i Y-Balance z wynikami testów sprawności specjalnej na lodzie u wszystkich badanych. Zwiększenie wyniku końcowego w teście FMS, a także punktacji poszczególnych testów przekładało się na szybsze przejazdy na odcinku 5m i 30 m przodem oraz poprawę wyniku testu zwinności na lodzie. Wraz z obniżeniem liczby asymetrii w testach FMS malał także czas przejazdu w testach szybkości i zwinności na lodzie. Wraz z lepszymi wynikami całościowymi composite w teście równowagi dynamicznej Y-balance, wyniki testów szybkości na lodzie także się poprawiały.

6. Niniejsze badania wskazują, że istotne jest wzmacnianie wzorców mobilności, stabilności, koordynacji i równowaga u sportowców, aby przyczynić się do optymalizacji potencjału motorycznego zawodnika. Z uwagi na brak aktualnego programu szkoleniowego dzieci i młodzieży w hokeju na lodzie w Polsce, badania te stanowią uzupełnienie istniejącej niszy badawczej, mogą też być zastosowane jako innowacja aktualnych programów treningowych w młodzieżowych klubach hokeja na lodzie. Badania pokazują, że zasadny jest również systematyczny monitoring stanu funkcjonalnego w tej dyscyplinie, w celu kontroli rozwoju potencjału zawodnika w procesie jego specjalistycznego szkolenia.

Bibliografia

1. Boguszewski D, Jakubowska K, Adamczyk JG, Ochal A, Białoszewski D. Functional assessment of children practicing ice hockey through Functional Movement Screen test. *Phys Act Rev.* 2017;5:105-112. doi:10.16926/par.2017.05.15
2. Mikołajec K. *Kumulatywny i Ostateczny Efekt Treningu Funkcjonalnego u Koszykarzy Na Wysokim Poziomie Zaawansowania Sportowego.* AWF Katowice; 2013.
3. Kritz M. Development, reliability and effectiveness of the Movement Competency Screen (MCS). 2012;(May):181. <http://aut.researchgateway.ac.nz/handle/10292/4670%0Afiles/2537/Kritz - 2012 - Development, reliability and effectiveness of the .pdf>
4. Garbenytė-Apolinskienė T, Šiupšinskas L, Salatkaitė S, Gudas R, Radvila R. The effect of integrated training program on functional movements patterns, dynamic stability, biomechanics, and muscle strength of lower limbs in elite young basketball players. *Sport Sci Health.* 2018;14(2):245-250. doi:10.1007/s11332-017-0409-y
5. Santana JCJ. FUNCTIONAL TRAINING FOR RUNNING SPORTS. *Track Coach.* Published online 2016.
6. Bagherian S, Rahnama N, Wikstrom EA. Corrective Exercises Improve Movement Efficiency and Sensorimotor Function but Not Fatigue Sensitivity in Chronic Ankle Instability Patients: A Randomized Controlled Trial. *Clin J Sport Med.* 2019;29(3):193-202. doi:10.1097/JSM.0000000000000511
7. Boyle M. *New Functional Training for Sports.*; 2016. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
8. Upjohn T, Turcotte R, Pearsall D, Loh J. Three-dimensional kinematics of the lower limbs during forward ice hockey skating. *Sport Biomech.* 2008;7(2):206-221. doi:10.1080/14763140701841621
9. Wormhoudt R, Savelsbergh G, Teunissen A, Davids K. *The Athletic Skills Model Optimizing Talent Development Through Movement Education.* Routledge, Universities of Applied Sciences; 2018. doi:10.4324/9781315201474-6

10. Bussey M. Does the demand for asymmetric functional lower body postures in lateral sports relate to structural asymmetry of the pelvis? *J Sci Med Sport*. 2010;13(3):360-364. doi:10.1016/j.jsams.2009.02.010
11. Kokinda M, Kicura D, Kandrak R, Fabian S. Functional state of the musculoskeletal system and injury rate among ice hockey players. *Int J Phys Educ Fit Sport*. 2020;9(2):30-36. doi:10.34256/ijpefs2024
12. Fortin M, Rizk A, Frenette S, Boily M, Rivaz H. Ultrasonography of multifidus muscle morphology and function in ice hockey players with and without low back pain. *Phys Ther Sport*. 2019;37:77-85. doi:10.1016/j.ptsp.2019.03.004
13. Mucha D, Smach K, Ambroży T, Gulak S, Mucha T, Makuch R. The impact of the ice hockey training on the player's posture. *Secur Econ Law*. 2016;12(3):47-61.
14. Bendikova E, Marko M, Rozim R, Martinsky L. Effect of 4-week physical program on musculoskeletal system changes in adolescent sport class students with focus on ice hockey. *Phys Act Rev*. 2019;7:63-70. doi:10.16926/par.2019.07.08
15. Zaremski J, Zeppieri G, Tripp B. Sport Specialization and Overuse Injuries in Adolescent Throwing Athletes: A Narrative Review. *J Athl Train*. 2019;54(10):1030–1039. doi:10.4085/1062-6050-333-18
16. Zemková E, Hamar D. Physiological mechanisms of post-exercise balance impairment. *Sport Med*. 2014;44:437–448. doi:10.1007/s40279-013-0129-7
17. Difiori J, Benjamin H, Brenner J, et al. Overuse injuries and burnout in youth sports: A position statement from the American Medical Society for Sports Medicine. *Br J Sports Med*. 2014;48(4):287-288. doi:10.1136/bjsports-2013-093299
18. Wilhelm A, Choi C, Deitch J. Early Sport Specialization: Effectiveness and Risk of Injury in Professional Baseball Players. *Orthop J Sport Med*. 2017;5(9). doi:10.1177/2325967117728922
19. Jankowicz-Szymańska A, Imiołek M. Spine Mobility and the quality of body posture in 11-year old handball players compared to their peers. *Med Sport*. 2008;24(5):293-303.
20. Myer GD, Faigenbaum AD, Chu DA, et al. Integrative training for children and adolescents: techniques and practices for reducing sports-related injuries and enhancing athletic performance. *Phys Sportsmed*. Published online 2011. doi:10.3810/psm.2011.02.1864
21. Myer G, Wall E. Resistance Training in the Young Athlete. *Oper Tech Sports Med*. 2006;14(3):218-230. doi:10.1053/j.otsm.2006.04.004
22. Nadler S, Malanga G, Feinberg J, Prybicien M, Stitik T, DePrince M. Relationship between hip muscle imbalance and occurrence of low back pain in collegiate athletes: A prospective study. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001;80(8):572-577. doi:10.1097/00002060-200108000-00005
23. Boyle. *New Functional Training for Sports.*; 2016. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
24. Nadler SF, Moley P, Malanga GA, Rubbani M, Prybicien M, Feinberg JH. Functional deficits in athletes with a history of low back pain: A pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(12):1753-1758. doi:10.1053/apmr.2002.35659
25. Boyle M, Butler R, Queen R. Functional movement competency and dynamic balance after anterior cruciate ligament reconstruction in adolescent patients. *J Pediatr Orthop*.

2016;36(1):36-41. doi:10.1097/BPO.0000000000000402

26. Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *N Am J Sports Phys Ther.* 2006;1(2):62-72.
27. Hong-Sun S, Seung-Seok W, Wi-Young S, Kwang-Jun K, Joohyung L, Joo-Young K. Effects of 16-week functional movement screen training program on strength and flexibility of elite high school baseball players. *J Exerc Rehabil.* 2014;10(2):124-130. doi:10.12965/jer.140101
28. Ridan T, Warzecha A, Ogrodzkiechanowicz K, Kita B, Czupryna K. Fms test in assessing the risk of injury in a group of female floorball players | Test fms w ocenie ryzyka wystąpienia urazu w grupie unihokeistek. *Fizjoterapia Pol.* 2018;18(4):74-84.
29. Boyle M. *Functional Training for Sports.*; 2004.
30. Rzepka Remigiusz. Wykorzystanie treningu funkcjonalnego w przygotowaniu motorycznym koszykarzy. In: *Współczesny System Szkolenia w Zespołowych Grach Sportowych.* Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki; 2016:319-346.
31. Lesinski M, Prieske O, Granacher U. Effects and dose-response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2016;50:781–795. doi:10.1136/bjsports-2015-095497
32. Baron J, Bieniec A, Swinarew AS, Gabryś T, Stanula A. Effect of 12-week functional training intervention on the speed of young footballers. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(1):160-180. doi:10.3390/ijerph17010160
33. Mikhail Shestakov, Evgeny Myakinchenko. Control and Management in Athletic Training of the Russian National Teams. *J Sport Sci.* 2018;6(2). doi:10.17265/2332-7839/2018.02.007
34. Usgu S, Yakut Y, Kudas S. Effects of Functional Training on Performance in Professional Basketball Players. *Turkish J Sport Med.* 2020;55(4):321-331. doi:10.5152/tjism.2020.193
35. Gonzalez SL, Diaz AM, Plummer HA, Michener LA. Musculoskeletal screening to identify female collegiate rowers at risk for low back pain. *J Athl Train.* 2018;53(12):1173-1180. doi:10.4085/1062-6050-50-17
36. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(3):396-409. doi:10.1519/JSC.0000000000000757
37. Kiesel K, Plisky P, Voight M. Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by a Preseason Functional Movement Screen? *N Am J Sports Phys Ther.* 2007;2(3):147-158.
38. Onate J, Dewey T, Kollock R, et al. Real-time intersession and interrater reliability of the functional movement screen. *J Strength Cond Res.* 2012;26(2):408-415. doi:10.1519/JSC.0b013e318220e6fa
39. Chimera N, Smith C, Warren M. Injury history, sex, and performance on the functional movement screen and Y balance test. *J Athl Train.* 2015;50(5):475-485. doi:10.4085/1062-6050-49.6.02
40. Cook G. *Movement Functional Movement Systems: Screening, Assessment and Corrective Strategies.* Lotus Publishing; 2010. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
41. Lisman P, Nadelen M, Hildebrand E, Leppert K, de la Motte S. Functional movement screen and

- Y-Balance test scores across levels of American football players. *Biol Sport*. 2018;35(3):253-260. doi:10.5114/biolsport.2018.77825
42. Butler RJ, Lehr ME, Fink ML, Kiesel KB, Plisky PJ. Dynamic Balance Performance and Noncontact Lower Extremity Injury in College Football Players: An Initial Study. *Sports Health*. Published online 2013. doi:10.1177/1941738113498703
 43. Montgomery D, Lockwood K. Physiological profile of professional hockey players - A longitudinal comparison. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2006;31(2):181-185. doi:10.1139/H06-012
 44. Petersen D, Green H. Physiologic Challenges Induced by Participation in Ice Hockey— Implications for Training. *J Test Eval*. 1994;22(1):48-51. doi:10.1520/jte12630j
 45. Cox M, Miles D, Verde T, Rhodes E. Applied Physiology of Ice Hockey. *Sport Med*. 1995;19:184-201. doi:10.2165/00007256-199519030-00004
 46. Zadarko E, Barabiasz Z. *ABC Hokeja Na Lodzie. Podręcznik Dla Nauczycieli*. Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego; 2009.
 47. Engebretsen L, Steffen K, Alonso J, et al. Sports injuries and illnesses during the Winter Olympic Games 2010. *Br J Sports Med*. 2010;44(11):772-780.
 48. Szymanek-Pilarczyk M, Szlubowska M. The Use of FMS Test in the diagnosis of the locomotor system after Using functional training in football players. *Sport i Tur Środkowoeuropejskie Czas Nauk*. 2018;1(1):69-80. doi:10.16926/sit.2018.01.05
 49. Chmura J. Charakterystyka zespołowych gier sportowych: piłka nożna. In: Zajac A. CJ, ed. *Współczesny System Szkolenia w Zespołowych Grach Sportowych*. AWF Katowice; 2016:25-59.
 50. Chruściński G. *Improving the Efficiency of Training Children and Youth in Ice Hockey in Poland.*; 2013.
 51. Mruk J. *Hokej Na Lodzie. Program Szkolenia Szkoły Mistrzostwa Sportowego.*; 2000.
 52. Gabryś, T.;Rutkowski T. *Hokej Na Lodzie. Program Szkolenia Dzieci i Młodzieży.*; 2002.
 53. Gribble P, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. *J Athl Train*. 2012;38(7):1487–1497. doi:10.4085/1062-6050-47.3.08
 54. Chimera NJ, Smith CA, Warren M. Injury history, sex, and performance on the functional movement screen and Y balance test. *J Athl Train*. 2015;50(5):475-485. doi:10.4085/1062-6050-49.6.02
 55. Kramer TA, Sacko RS, Pfeifer CE, Gatens DR, Justin M. Goins S, Stodden DF. TitleFUNCTIONAL, THE ASSOCIATION BETWEEN THE MOVEMENT SCREENTM, Y-BALANCE TEST, AND AND, PHYSICAL. *Int J Sport Phys*. 2019;14:911.
 56. Krause DA, Smith AM, Holmes LC, et al. Relationship of off-ice and on-ice performance measures in high school male hockey players. *J Strength Cond Res*. 2012;26(5):1423-1430. doi:10.1519/JSC.0b013e318251072d
 57. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther*. 2009;4(2):92-99.

58. Myers H, Christopherson Z, Butler RJ. Relationship between the lower quarter Y-Balance test scores and isokinetic strength testing in patients status post ACL reconstruction. *Int J Sports Phys Ther.* 2018;13(2):152-159. doi:10.26603/ijsp20180152
59. Bullock GS, Arnold TW, Plisky PJ, Butler RJ. Basketball players' dynamic performance across competition levels. *J Strength Cond Res.* 2018;32(12):3528-3533. doi:10.1519/jsc.0000000000001372
60. Benis R, Bonato M, La Torre A. Elite female basketball players' body-weight neuromuscular training and performance on the Y-balance test. *J Athl Train.* 2016;51(9):688-695. doi:10.4085/1062-6050-51.12.03
61. Minick K, Kiesel K, Burton L, Taylor A, Plisky P, Butler R. Interrater reliability of the functional movement screen. *J Strength Cond Res.* 2010;24(2):479-486. doi:10.1519/JSC.0b013e3181c09c04
62. Bennell K, Talbot R, Wajswelner H, Techovanich W, Kelly D. Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Aust J Physiother.* 1998;44(3):175-180. doi:10.1016/S0004-9514(14)60377-9
63. Struzik A, Konieczny G, Grzesik K, Stawarz M, Winiarski S, Rokita A. Relationship between lower limbs kinematic variables and effectiveness of sprint during maximum velocity phase. *Acta Bioeng Biomech.* 2015;17(4):131-138. doi:10.5277/ABB-00290-2015-02
64. Henriksson T, Vescovi JD, Fjellman-Wiklund A, Gilenstam K. Laboratory- and field-based testing as predictors of skating performance in competitive-level female ice hockey. *Open Access J Sport Med.* 2016;7:81-88. doi:10.2147/oajsm.s109124
65. Cook, Gray E. *Movement Functional Movement Systems: Screening, Assessment and Corrective Strategies.*; 2010.
66. Garbenytė-Apolinskienė T, Šiupšinskas L, Salatkaitė S, Gudas R, Radvila R. The effect of integrated training program on functional movements patterns, dynamic stability, biomechanics, and muscle strength of lower limbs in elite young basketball players. *Sport Sci Health.* Published online 2018. doi:10.1007/s11332-017-0409-y
67. Kiesel K, Plisky P, Butler R. Functional movement test scores improve following a standardized off-season intervention program in professional football players. *Scand J Med Sci Sport.* 2011;21(2):287-292. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.01038.x
68. Peate WF, Bates G, Lunda K, Francis S, Bellamy K. Core strength: A new model for injury prediction and prevention. *J Occup Med Toxicol.* 2007;2(1):1-9. doi:10.1186/1745-6673-2-3
69. Myer GD, Ford KR, Palumbo JP, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):51-60. doi:10.1519/13643.1
70. Cassemiro BM, Lemes ÍR, Figueiredo MPF de, Vanderlei FM, Pastre CM, Netto Júnior J. Effects of functional resistance training on muscle strength and musculoskeletal discomfort. *Fisioter em Mov.* 2017;30(2):347-356. doi:10.1590/1980-5918.030.002.ao15