



**Akademia Wychowania Fizycznego  
im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu**  
Wydział Wychowania Fizycznego, Sportu i Rehabilitacji

**Karolina Perz**

*Koncepcja rozprawy doktorskiej*

**Lateralizacyjne uwarunkowania poziomu  
zdolności koordynacyjnych oraz precyzji wykonywania  
trafień w szermierce**

Opiekun naukowy:  
dr hab. Magdalena Krzykała  
Promotor pomocniczy:  
dr Mateusz Witkowski

Poznań, 2019

## **Spis treści**

1. Wprowadzenie, przegląd literatury .....	3
2. Cel pracy, pytania badawcze i hipotezy .....	11
3. Podmiot badań i metody badawcze .....	13
4. Metody analizy statystycznej.....	21
5. Piśmiennictwo.....	22

## 1 Wprowadzenie, przegląd literatury

Szermierka jest sportem opierającym się przede wszystkim na zdolnościach szybkościowych i koordynacyjnych pozwalających na osiągnięcie celu walki, którym jest trafienie przeciwnika przy jednoczesnym uniknięciu trafień z jego strony (Roi, Bianchedi 2008). Działania szermiercze, jak każda umiejętność ruchowa jest ukierunkowane na pewien cel, którym może być zadanie prawidłowego pchnięcia przeciwnikowi. Warto podkreślić, że umiejętnościami ruchowymi możemy nazywać tylko takie ruchy, których zawodnicy musieli nauczyć się poprzez trening (McMorris 2004). Każda reakcja motoryczna w postaci działania szermierczego wymaga koordynacji ruchowej będącej następstwem m.in. działania odpowiedniego systemu zarządzania zdolnościami motorycznymi zawodników. Widocznym przejawem doskonalenia procesów koordynacyjnych jest przede wszystkim zwiększenie precyzji, ekonomii i skuteczności wykonywanej czynności ruchowej (Meinel 1967). W przypadku walki szermierczej głównym celem jest zadawanie celnych trafień lub cięć. Dlatego wysoki poziom koordynacji ruchowej (ze szczególnym uwzględnieniem precyzji ruchów rąk) jest istotnie ważnym elementem wyszkolenia szermierzy.

Szermierka jest sportem jednostronnym, w którym dwóch zawodników pośrednio walczy ze sobą za pomocą broni trzymanej w jednej ręce (Roi, Bianchedi 2008). Analizując międzynarodowe rankingi klasyfikacyjne (International Fencing Federation) można zaobserwować nadreprezentatywność szermierzy leworęcznych na czołowych miejscach. Zjawisko dominacji szermierzy leworęcznych tłumaczy się zwykle tym, że będąc w mniejszości, są przyzwyczajeni do konfrontowania się z zawodnikami praworęcznymi. Dzięki temu wypracowują oni bardziej efektywne strategie walki (Voracek, Reimer, Ertl 2006). Choć istnieją teorie o neurofunkcjonalnej przewadze leworęcznych, ich wyjaśnienie wymaga stosowania nowszych podejść (Roi, Bianchedi 2008).

W związku z tym, celem niniejszej pracy jest próba wyjaśnienia czy osoby leworęczne (floreclistki) mają przewagę związaną z precyzją prowadzenie broni, która jest w szermierce zdolnością kluczową w kontekście osiągnięcia sukcesów na najwyższym poziomie.

Człowiek każdego dnia podejmuje szereg prostych czynności motorycznych takich jak chód, bieg, pokonywanie przeszkód na drodze czy też wspinanie się po schodach, które są wynikiem skomplikowanych procesów biomechanicznych zachodzących w organizmie żywym. Z uwagi na swój złożony charakter, koordynacja ruchów znajduje się w kręgu zainteresowań badaczy różnych gałęzi nauki. W piśmiennictwie opisuje się wiele przykładów indywidualnego przejawiania zdolności motorycznych. „U rozmaitych osobników spotyka się

bardzo zróżnicowane stopnie rozwoju poziomów koordynacyjnych. Są ludzie wyróżniający się dużym pięknem i harmonią ruchów ciała, ale ich ręce są wyjątkowo bezradne. Nie potrafią się oni posługiwać ani młotkiem, ani żadnym innym prymitywnym sprzętem. Inni odznaczają się wyjątkową dokładnością drobnych ruchów (grawerowanie, praca zegarmistrza lub jubilera), ale są jednocześnie niezaradni, nie zwinni” (Bernstein 1975).

Na aparat ruchowy człowieka składa się układ szkieletowy oraz układ mięśniowy, które odpowiadają za utrzymanie prawidłowej postawy ciała i wykonanie ruchów. Dzięki współpracy z układem nerwowym dochodzi do sterowania jego czynnością. Układ to mechanizm, który zapewnia kontakt ustroju z otaczającym światem. Natomiast przed podjęciem każdej czynności należy zrozumieć, jaką naturę mają relacje czasowo-przestrzenne. Właściwy nurt badań nad koordynacją ruchową przypadł na początek XX wieku. Koordynacja ruchowa to zdolność do wykonywania złożonych przestrzennie i czasowo ruchów, przestawienia się i rozwiązywania nowych nieoczekiwane pojawiających się sytuacji ruchowych (Starosta 2006). (źródło). Jednym z przejawów doskonałości procesów koordynacyjnych jest precyzja wykonywania określonych aktów ruchowych. Naukowcy zadają sobie pytanie: *Czy dokładność ruchów jest jednym z najważniejszych aspektów mających wpływ na wynik sportowy?* (Starosta, Anioł-Strzyżewska 1990). Odpowiedz na tą wątpliwość będzie przedmiotem niniejszych badań.

Na koordynację istotny wpływ ma kilka czynników, m.in. takich jak: doświadczenie, talent (koordynacja wrodzona), dotychczasowe umiejętności (koordynacja nabyta) i pamięć ruchowa. Koordynacja to ruchy globalne (bardziej złożone) oraz lokalne (Rynkiewicz 2003). Ruchy globalne są złożone, trwają stosunkowo długo i występują często. Obejmują całe ciało i układają się w zróżnicowane sekwencje ruchów ramion, szyi, tułowia i kończyn dolnych. Ruchy lokalne są wykorzystywane w życiu codziennym (Beutler 2008).

Zdecydowana większość stosowanych w świecie testów określających poziom sprawności motorycznej człowieka ukierunkowana została na jej globalną ocenę (Chen, Starosta 1998).

W związku z tym, wciąż aktualne jest pytanie, w jaki sposób poziom koordynacji ruchowej może warunkować wynik w sporcie? Warto zaznaczyć, że często w badaniach nie uwzględnia się relacji między przeprowadzonymi testami. Dla przykładu badania przeprowadzone na próbę identyfikacji i porównań różnych rozwiązań rzeczywistego treningu zawodników najwyższej kwalifikacji z wybranych dyscyplin indywidualnych (lekka atletyka, pływanie, judo) – w przebiegu makro-cyklu rocznego wykorzystano dane o obciążeniach treningowych zebrane i analizowane wg metody opracowanej w Zakładzie Teorii Sportu AWF w Warszawie. Łącznie przeanalizowano 308 cykli rocznych sportowców, którzy na przestrzeni

ostatnich czterech cykli olimpijskich (1992–2008) mieli znaczące osiągnięcia na arenie międzynarodowej (uczestnicy MP, ME, MŚ i IO). W wyniku badań wyszczególniono szereg czynników warunkujących uzyskiwanie wysokich wyników sportowych, a także elementy będące wyznacznikami indywidualizacji treningu na najwyższym poziomie. Osiąganie wysokich wyników nie jest możliwe bez odpowiedniego podejścia wykorzystującego indywidualne predyspozycje poszczególnych zawodników. Poszukując rezerw, należy uwzględniać szerokie spektrum naukowych i technologicznych metod wspomaganie treningu (Zabrocka, Sawczyn 2010).

Doskonaląc każdą stronę motoryczności zawodnika pamiętać należy o kontrolowaniu efektów swojej pracy. Kontroli tej dotyczą różnego rodzaju oceny, sprawdziany, pomiary, które umożliwiają ocenę stanu bieżącego organizmu i porównanie ze stanem pożądanym (Ważny 1994).

Problem koordynacji ruchowej jest szeroko rozpatrywany w literaturze polskiej i światowej. Badania przeprowadzone w dziedzinie nauk o kulturze fizycznej wskazują na to, że jest to zagadnienie aktualne i warte zgłębienia. Poznawanie istoty ruchu, jako środka w kontakcie człowieka z otaczającym go światem, odbywało się stopniowo, od prostego postrzegania zmysłowego do teorii powiązań między strukturą czynności a jej efektem (Osiński 2003). Rynkiewicz (2003) w swojej monografii doszukuje się odpowiedzi na niektóre nurtujące badaczy pytania, np. „Jaki rodzaj pomiaru jest lepszy jakościowo? Który z nich dostarcza pełniejszej informacji, nie tylko na poziomie poszczególnych zdolności, ale także wzajemnej relacji występującej między nimi”.

W sporcie szczególnie liczy się efektywność działania. Osoby leworęczne w sporcie mogą uzyskać pewną przewagę. Dotyczy to przede wszystkim takich dyscyplin jak: boks, gry zespołowe, zapasy, a także szermierka, gdzie reakcje osoby leworęcznej mogą być elementem zaskoczenia przeciwnika. Zbyt duża dominacja jednej strony ciała nad drugą, w konsekwencji doprowadzić może jednak do negatywnych skutków zdrowotnych. Człowiek, wykonując na przykład nagminnie wszystkie czynności prawą ręką, łącznie z różnymi pracami siłowymi, w konsekwencji tę właśnie kończynę ma bardziej umięśnioną od lewej. Kręgosłup w takiej sytuacji musi dostosować się do większego ciężaru ciała po prawej stronie i tracąc naturalne krzywizny, przechyla się w nieodpowiednią stronę powodując nadmierne obciążenia przyczyniające się do bólów kręgosłupa (Ogurkowska 2017).

Proces lateralizacji uznawany jest za jeden z aspektów rozwoju motorycznego, który przejawia się w postaci asymetrii funkcjonalnej i czynnościowej. Obecne badania dotyczące asymetrii ludzkiego organizmu prowadzone są w celu określa stopnia zróżnicowania

częstotliwości pracy lub precyzji ruchu kończyn, tułowia, jak również stwierdzenia dominacji oka lub ucha (Senff, Weigelt, 2011; Watling i wsp. 2012). Lateralizacja i asymetria mózgu w dużej mierze uwarunkowana jest genetycznie, chociaż gen lub geny za nią odpowiedzialne nie są całkowicie ustalone (Corballis 2014). Jednym z dowodów na genetyczne podłoże asymetrii mózgu są badania ultrasonograficzne pokazujące, że już w dziesiątym tygodniu ciąży większość płodów porusza prawą ręką bardziej niż lewą (Hepper i wsp. 1998), a od 15-tego tygodnia płody częściej ssą prawy kciuk (Hepper i wsp. 1991). Znane są również teorie mówiące o środowiskowych, kulturowych oraz mieszanych uwarunkowaniach leworęczności (Raymond i wsp. 1996; Wood, Aggleton 1989; Llaurens i wsp. 2009; Rigal 1994). Skłonność do częstszego używania narzędzi prawą ręką wykazuje powyżej 85% całej populacji, co oznacza dominację lewej półkuli w celu kontrolowania ruchów rąk (Raymond, Pontier 2004; Chapman, Henneberg 1999). Ze względu na status mniejszości i stygmatyzację kulturowe w latach zamierzchłych leworęczność uważana była za patologię i nie była akceptowalna (de Leon i wsp. 1986, 1989; Geschwind i Behan 1982; Kim, 2009; Zverev, 2006). Ta sytuacja się zmienia, co pokazują badania przeprowadzone w Finlandii (Vuoksima, 2009) z których wynika, że wśród osób starszych jest mniej leworęcznych niż wśród osób młodszych. Zdrowe osoby praworęczne zwykle wykazują tendencję preferowania prawej ręki dla złożonych zadań, które obejmują użycie narzędzi, np. pisanie za pomocą pióra, krojenie nożem czy manipulowanie nożyczkami. Ta preferencja jest często wskaźnikiem ręki dominującej, ocenianej za pomocą standaryzowanych kwestionariuszy (Oldfield 1971) i ich modyfikacji (Büsch i wsp. 2010). Badania neuronaukowe wskazują, że w kontrolowanie złożonych zadaniach ruchowych ze szczególnym uwzględnieniem zadań wykonywanych przez ręce, zaangażowane są obie półkule mózgowe (Teixeira, 2008, Mani i wsp. 2013; Yadav, Sainburg 2014). Inne badania pokazują, że różnorodne aspekty związane z kontrolą ruchu są niesymetrycznie rozmieszczone w obu półkulach mózgu (Serrien i wsp. 2006; Wang, Sainburg 2007). Lewa półkula odpowiada za ruchy subtelne (delikatne) oraz synchroniczne wymagające sekwencyjnej i dynamicznej kontroli ruchu (Corballis 1991; Goodale 1990; Harrington, Haaland 1991), podczas gdy półkula prawa odpowiada za ruchy złożone i intuicyjne, specjalizując się szczególnie w wizualno-przestrzennej kontroli ruchu (Previc 1991; Ghilardi i wsp. 2000). Podane wyżej zależności są zgodne z dynamiczną hipotezą dominacji jednostronnej sformułowaną przez Sainburga (2002). Zakłada ona, że system dominujący specjalizuje się w kontroli dynamicznych cech ruchu, natomiast niedominujący kontroluje cechy przestrzenne tego ruchu.

Różnice stronne jakości wykonywanych ruchów są wyraźne w zadaniach które wymagają dokładności, szybkości szybkiej i wysokiej częstotliwości ruchów, co dowodzą wyniki badań naukowych (Anett 1992; Hore i wsp. 1998; Elliott, Heath 1999; Francis, Spiriduso 2000; Agnew i wsp. 2004).

Wyróżnia się cztery bazowe typy stronności w tym aspekcie (Koszczyk 1979, 1991; Gabbard 1992; Starosta 1993; Day i Macneilage 1996; Elias i Bryden 1998; Oberbeck 1992; Olex 2000;):

1. Prawostronność ( dominacja PR i PN )
2. Lewostronność ( dominacja LR i LN )
3. Lateralizacja skrzyżowana typ I ( dominacja PR i LN )
4. Lateralizacja skrzyżowana typ II ( dominacja LR i PN )

Badania neuropsychologiczne wykorzystujące neuro obrazowanie mózgu (Króliczak, Frey 2009) wskazują na powiązania obszaru ciemieniowego i czołowego lewej półkuli mózgu z reprezentacją umiejętności związanych z użyciem narzędzi i innych przedmiotów (działań tranzytowych). W oparciu o dane neuropsychologiczne stwierdzono, że niezależne mechanizmy w obrębie lewej półkuli mogą sprzyjać reprezentacji działań tranzytowych, w przeciwieństwie do celowych gestów niezwiązanych z manipulowaniem narzędziami (Króliczak, Frey 2009).

Jedną z dyscyplin sportu, w której zdolności koordynacyjne odgrywają kluczową rolę w osiągnięciu wyników sportowych na wysokim poziomie jest szermierka.

Współczesna szermierka jest sportem nowoczesnym i wszechstronnym. Obecnie zawody rozgrywa się zarówno dla kobiet i mężczyzn w trzech konkurencjach: florecie, szpadzie i szabli. Atrakcyjność i widowiskowość tejże dyscypliny pozostawia niezatarte wrażenie na widzach. Zalety szermierki polegają zarówno na pielęgnowaniu tradycji, jak również na jej wielkiej roli wychowawczej oraz zdrowotnej (Alvaro 2003) . Dyscyplina ta nie tylko rozwija ogólną sprawność ruchową, szybkość i dynamikę, ale także doskonali i kształtuje orientację przestrzenną i postrzeganie, umiejętność podejmowania decyzji oraz inne cechy psychiczne takie jak koncentrację, inicjatywę, celowość działania a przede wszystkim samodzielność. Zważywszy na fakt, iż szermierkę można uprawiać z powodzeniem od dzieciństwa do wieku dojrzałego, czyni ją wysoce atrakcyjnym i pożytecznym sportem (Evangelista 2000). Poprzez liczne ćwiczenia szermiercze kształtują się nawyki, cechy i umiejętności niezbędne w walce sportowej, ale również przydatne w życiu codziennym.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że sporty walki wymagają kształtowania nawyków otwartych. Zawodnik nieustannie napotyka na zmiany bodźców zewnętrznych, a szybkość

dostosowania do zmian decyduje o końcowym wyniku walki. W szermierce liczba nawyków otwartych (zewnętrznych) jest znaczna (Czajkowski 1968). Dobry szermierz powinien cechować się doskonałą koordynacją ruchową, objawiającą się przede wszystkim pamięcią ruchową i kierowaniem ruchami. Warto również podkreślić, że optymalne sterowanie własnym ciałem jest utrudnione pod wpływem zmęczenia, występującego szczególnie w końcowej fazie zawodów sportowych (Clevenger i wsp. 2001). Kształtowanie potencjału koordynacyjnego u młodych szermierzy w znacznej mierze odbywa się na wstępnym, wczesnoszkolnym etapie szkolenia (Williams, Walmsley 2000). To właśnie wówczas sprawność całego systemu organizacji ruchów (koordynacji motorycznej) ma niebagatelne znaczenie dla ewentualnego przyszłego poczucia kompetencji ruchowych, jest także (albo przynajmniej może być) ważnym elementem rozwoju ogólnego (Bronikowski i wsp. 2014).

Sukces w szermierce jest także zdeterminowany odpowiednim poziomem charakterystyk morfologicznych. Szczególnie podkreśla się znaczenie odpowiedniej wysokości ciała, rozpiętości ramion oraz długości kończyn dolnych zawodników (Barth, Beck 2007), a także właściwego poziomu masy tłuszczowej w organizmie (Torun i wsp. 2012). Jej niższa zawartość w ogólnej masie ciała może bowiem poprawić wynik sportowy (Vender i wsp. 1984).

W badaniach 70 szermierzy z British Fencing National Academy poszukiwano związku między cechami antropometrycznymi a miarami mocy dolnych partii ciała pod kątem ich wpływu na poziom koordynacji ruchowej. Zawodnicy mieli średnio ( $\pm$  SD)  $16,83 \pm 1,72$  lat,  $178,13 \pm 8,91$  cm wzrostu,  $68,20 \pm 9,64$  kg masy i  $6,25 \pm 2,23$  lat doświadczenia w szermierce. Stwierdzono, że szermierze powinni trenować siłę kończyn dolnych, natomiast wyższy poziom równowagi można oczekiwać od szermierzy cechujących się większą wysokością ciała. Często zgłaszana asymetria między kończynami dolnymi jest widoczna w okresie dorastania. Wydaje się więc, że systematyczne monitorowanie parametrów somatycznych, z analizą prawej i lewej strony ciała, jest istotne z punktu widzenia zdrowia i osiągniętych wyników, a stosowane obciążenia treningowe powinny uwzględniać różne etapy rozwoju fizycznego zawodników (Krzykała i wsp. 2016). Dzieci w danym wieku kalendarzowym mogą bowiem wykazywać różny poziom rozwoju fizycznego (Malina i wsp. 2004).

W sportach walki, w tym również w szermierce, dodatkowym aspektem mającym wpływ na wynik sportowy są czynniki psychologiczne (Evangelista 1996). W ostatnich latach pojawiło się szereg artykułów, w których psychologowie (Nęcka 2005) prezentują swoje opinie i refleksje na temat relacji zachodzących między teorią i praktyką psychologiczną (Van Raalte



Brewer 2014). Wielu autorów między innymi, Bellin i Ward (2015), Petrenko (2015), Nikolaeva (2004) Kadutskaya (2017) przytacza w swoich pracach pojęcie „treningu kognitywnego”, funkcjonującego również jako trening mózgu lub neurobiks. Pojęcie to odzwierciedla hipotezę, że zdolności poznawcze mogą być utrzymywane lub ulepszone przez ćwiczenie mózgu, w analogii do sposobu poprawy sprawności fizycznej poprzez ćwiczenie ciała. Niektórzy autorzy, na przykład Chang i Rosen (2009) nie tylko dostrzegają, iż istnieje analogia pomiędzy treningiem sportowym a treningiem mózgu, ale dostrzegają również relacje przenikania się sportu i treningu kognitywnego w takim sensie, że istnieją rodzaje aktywności fizycznych, które wspomagają kształtowanie i doskonalenie ogólnych zdolności kognitywnych.

W grach zespołowych działania zawodników zdeterminowane są przez ich interakcje z przeciwnikami lub członkami drużyny. Nie są one regulowane z góry i różnią się w zależności od działań zarówno partnerów, jak i przeciwników. Psychologiczna struktura aktywności gry charakteryzuje się elastycznym połączeniem działań i operacji, co znacznie odróżnia tę aktywność od na przykład, sportów siłowych. Można przyjąć, że floret jest odmianą antagonistycznej aktywności w grze z bezpośrednią konfrontacją, z bezpośrednim kontaktem fizycznym. Jedną z ważniejszych cech inherentnych tej dyscypliny jest trudna czasami koordynacja działań w różnych sytuacjach. Sztywny limit czasowy, wypracowane przez wieki zasady walki oraz stosunkowo niska zawartość informacyjna działań przeciwnika zwiększają stopień złożoność zadań technicznych i taktycznych, rozwiązywanych przez sportowca w czasie meczu. W związku z powyższym uzasadnione jest przeanalizowanie i przedstawienie w przedmiotowej rozprawie kluczowych cech mentalnych, związanych z procesem kognitywnym, które mogą być pomocne w procesie doskonalenia sprawności florecistek, szczególnie tych biorących udział w wysokiej rangi zawodach.

W dyscyplinach sportu, w których zawodnicy konkurują z przeciwnikiem przy użyciu kija (krykiet, hokej na trawie), rakiety (tenis ziemny) czy raketki (tenis stołowy) umiejętność właściwego posługiwania się owym sprzętem ma zasadnicze znaczenie w osiągnięciu wysokich wyników sportowych. Udowodniono, że w dyscyplinach tych wskaźnikiem sukcesu może być siła rąk lub ręki dominującej (Koley, Yadav 2009). Zachodzi pytanie czy również w przypadku szermierki siła ręki dominującej (trzymającej broń) korelować będzie z wynikiem sportowym (precyzją trafień)? Będzie to elementem dociekań zainicjowanych badań.

W trakcie walki szermierczej zawodnicy w bardzo ograniczonym czasie muszą podejmować optymalne decyzje, warunkujące ich sportowy sukces. Czas reakcji zarówno

prostej, jak i złożonej, jest ważną determinantą powodzenia w tej dyscyplinie sportu. Wykazano, że szermierze z dłuższym stażem zawodniczym mają krótszy czas reakcji aniżeli osoby mniej doświadczone (Borysiuk, Waskiewicz 2008; Williams, Walmsley 2000; Johne i wsp. 2013). Według Czajkowskiego (1998), wielu wysokiej klasy szermierzy charakteryzuje się przeciętną szybkością ruchów, za to znakomitą trafnością reagowania. Prowadzono badania związku lateralizacji z czasem reakcji wśród zawodników uprawiających różne dyscypliny sportu. Stwierdzono, że szybszy czas reakcji szermierzy determinuje wysokie wyniki sportowe w tej dyscyplinie (Grabowska 1994). Leworęczni zawodnicy uprawiający sporty walki są szybsi od zawodników praworęcznych (Jefimowa, Kuprijanow 1995).

Na podstawie przeglądu literatury stwierdzono, że istnieje związek między lateralizacją a nadreprezentacją sportowców leworęcznych w niektórych dyscyplinach sportowych, w szczególności w dyscyplinach konfrontacyjnych, interaktywnych, przede wszystkim jednak w walce jeden na jeden. Głównym wyjaśnieniem jest to, że sportowcy leworęczni są bardziej predysponowani do osiągnięcia sukcesu, są bowiem mniej popularni, a więc bardziej nieprzewidywalni w bezpośredniej rywalizacji, a zatem ich sportowe zachowania (związane z lateralizacją lub dominacją funkcjonalną) są trudniejsze do rozszyfrowania dla przeciwników, to znaczy mogą być zaletą typu strategicznego. Ta strategiczna przewaga wraz z jej konsekwencjami, uzasadniają postawione na wstępie pracy hipotezy badawcze.

## **2 Cel pracy, pytania badawcze i hipotezy**

**Celem niniejszej pracy jest identyfikacja czynników wpływających na precyzję wykonywania trafień w szermierce w kontekście skuteczności walki sportowej.**

Powyższy cel uzupełniono o następujące pytania badawcze:

1. Czy istnieje związek pomiędzy typem ręczności a asymetrią morfofunkcjonalną zawodniczek uprawiających szermierkę?
2. Czy poziom precyzji zadawania trafień zawodniczek uprawiających szermierkę determinowany jest ich typem ręczności ?
3. Czy poziom koordynacji zawodniczek uprawiających szermierkę jest uwarunkowany typem ich ręczności?
4. Czy poziom koordynacji ogólnej florecistek determinuje precyzję zadawania przez nie trafień ?
5. Czy zdolność zachowania równowagi florecistek jest uzależniona od ich typu ręczności?

Na potrzeby pracy sformułowano następujące hipotezy badawcze:

Hipoteza 1 : Leworęczne florecistki wykazują mniejszą asymetrię morfofunkcjonalną aniżeli praworęczne dziewczęta uprawiające szermierkę, co przekłada się na lepszą precyzję trafień.

Hipoteza 2: Leworęczne florecistki uzyskują znacząco lepsze wyniki w testach precyzji trafień w porównaniu z zawodniczkami praworęcznymi.

Hipoteza 3: Poziom koordynacji ogólnej florecistek nie jest zdeterminowany ich typem ręczności.

Hipoteza 4: Poziom koordynacji ogólnej florecistek determinuje precyzję zadawania przez nie trafień.

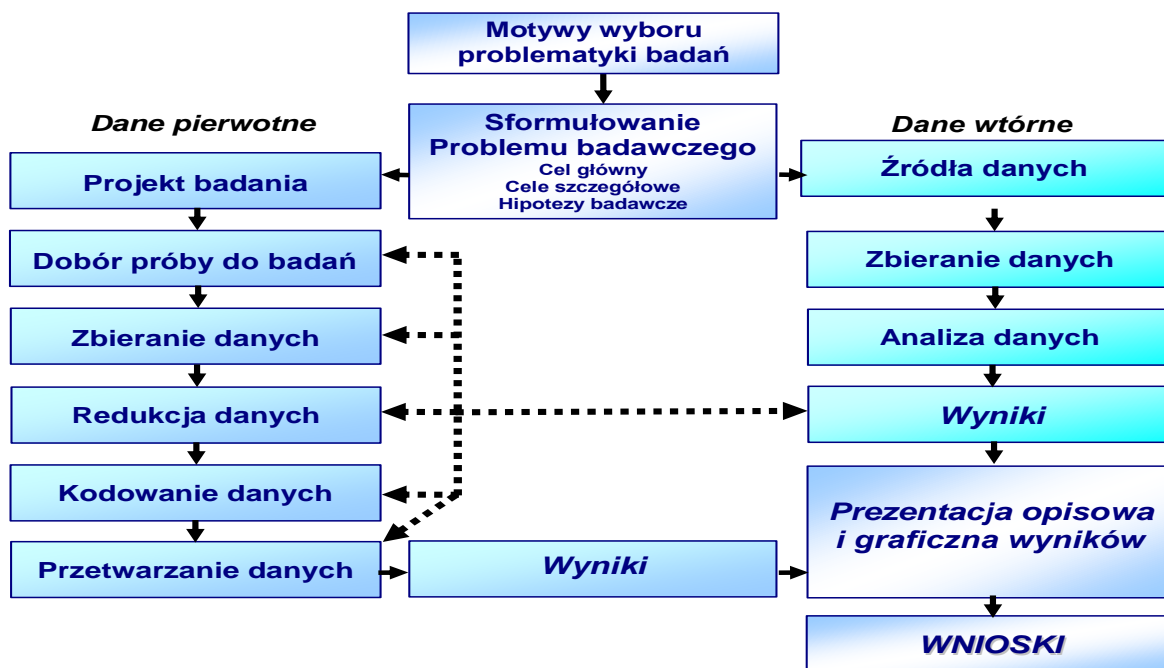
Hipoteza 5: Leworęczne zawodniczki charakteryzuje lepsze poczucie równowagi, co przekłada się na uzyskiwane wyniki testów.

Sformułowane w pracy hipotezy dotyczą prawdopodobnych zależności występujących pomiędzy badanymi zmiennymi, które w omawianym postępowaniu badawczym scharakteryzowano następująco:

Zmienna zależna (kryterialna): precyzja wykonywania trafień w szermierce

Zmienne niezależne (wyjaśniające): wiek, staż zawodniczy, ręczność, poziom zdolności koordynacyjnych

Proces badawczy został przeprowadzony według następującego schematu (Rys. 1.)



Rys. 1. Schemat procesu badawczego

Źródło: Opracowanie własne (2005)

### 3 Podmiot badań i metody badawcze

Podmiot badawczy stanowi grupa 80 florecistek w wieku 14 – 17 lat. Uczestniczki badań zostały podzielone na dwie podgrupy: A – leworęczne i B – praworęczne. Podział został dokonany na podstawie badania przeprowadzonego za pomocą kwestionariusza Edynburskiego (Oldfield, 1971). Badane zawodniczki reprezentowały co najmniej średni poziom przygotowania specjalistycznego. Minimalny staż zawodniczy uczestniczek badań wynosił 5 lat. Udział w badaniach był dobrowolny a kwalifikacja do nich odbywała się celowo.

Badania zrealizowane zostały podczas Pucharu Europy Kadetek we florecie (Adam Mickiewicz University Cup), który odbył się w Poznaniu, w dniach 12-13 stycznia 2019 roku. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, numer Uchwały 255/19.

Zespół badawczy zaangażowany w badania stanowiły osoby technicznie obeznane w obsłudze aparatury badawczej niezbędnej do przeprowadzenia badań. Uczestnictwo w badaniach nie wiązało się ze zmianą stylu życia. Badania nie ingerowały w wynik sportowy podczas zawodów.

Zgodnie z założeniami badania składały się z następujących części:

#### **Określenie stopnia lateralizacji uczestników badań**

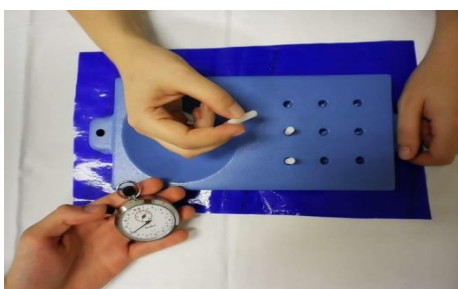
- **Edynburski Kwestionariusz Ręczności** (ang. The Edinburgh inventory) (Oldfield, 1971)

Siłę preferencji określa się na ogół na podstawie specjalnie do tego celu opracowanych kwestionariuszy, zawierających wiele pytań odnoszących się do tego, którą ręką posługuje się dana osoba przy wykonywaniu różnorodnych czynności, takich jak pisanie, rysowanie, rzucanie czy mycie zębów. Skonstruowano wiele takich narzędzi, z których najpopularniejszy jest kwestionariusz Annett oraz Oldfield (inaczej zwany Edynburskim). Każdy taki kwestionariusz umożliwia nie tylko ocenę, czy badany jest praworęczny, leworęczny czy też oburęczny, ale również dostarcza liczbowego wskaźnika określającego, jak silna jest dana preferencja (np. w kierunku leworęczności). Edynburski Kwestionariusz Ręczności (ang. The Edinburgh inventory) (Oldfield, 1971), który użyty został na cele niniejszej pracy, zawiera pytania odnoszące się do preferencji użycia prawej lub lewej ręki w wykonywaniu szeregu

codziennych czynności, takich jak: pisanie, rysowanie, krojenie, rzucanie, posługiwanie się samym nożem, szczotkowanie zębów zapalanie zapalki. Badanych prosi się o opisanie i zademonstrowanie sposobu wykonywania poszczególnych czynności. Niektóre zadania wymagają użycia obu rąk. Preferencje użycia rąk badacz zaznacza wpisując w odpowiednią kolumnę „1” a w drugą „0”. Jeśli preferencja użycia prawej lub lewej ręki jest dominująca i badany w wykonanej czynności nie użyłby drugiej ręki, to odpowiednio w kolumnach badacz zaznacza „2” i „0”. Natomiast jeśli obojętne jest użycie jednej bądź drugiej ręki, to kolejno badacz wpisuje w jedną kolumnę „1” oraz w drugą „1”. Na podstawie obserwacji i odpowiedzi badanego określa się współczynnik lateralizacji, którego wartość odzwierciedla to, w jakim stopniu osoba jest prawo- czy leworęczna.

- **Nine Hole Peg Test** (Mathiowetz i wsp., 1985)

To test, którego celem jest ocena stopnia lateralizacji kończyn górnych. Do jego przeprowadzenia niezbędny jest zestaw zawierający następujące elementy (Mathiowetz i wsp. 1985): kwadratowa plansza z 9 dołkami, otwory są oddalone od siebie o 3,2 cm (1,25 cala), każdy otwór ma głębokość 1,3 cm (0,5 cala), 9 drewnianych kołek o średnicy 64 cm (.25 cala) i 3,2 cm (1,25 cala). Pojemnik ma przekrój 0,7 cm (0,25 cala), boki są przymocowane (13 cm x 13 cm) za pomocą gwoździ i kleju. Płyta powinna być wyposażona w mechanizm zmniejszający poślizg. W badaniu można wykorzystać samoprzylepne maty do wanny. Blachę należy umieścić przed zawodnikiem, trzymając pojemnik z kołkami po stronie dominującej ręki. Zgodnie z metodologią, test należy najpierw przeprowadzić na dominującej ręce, co uczyniono w trakcie realizacji badań. Przed rozpoczęciem testu przeprowadzono jedną próbę. Czas został zmierzony za pomocą stopera i został zapisany w sekundach. Odliczanie czasu rozpoczynało się w momencie, gdy zawodnik dotykał pierwszego kołka. Zatrzymanie stopera odbywało się, gdy zawodnik umieścił ostatni kołek w pojemniku (Rys.2).

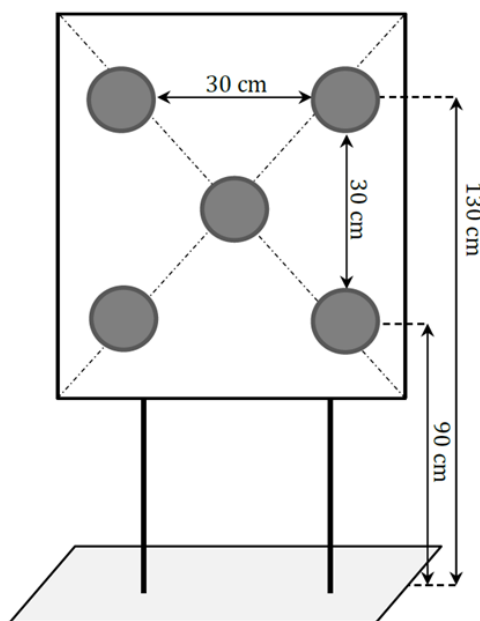


Rys.2 Zestaw elementów do testu Nine Hole Peg

- **Ocena precyzji trafień (precyzji wykonywania podstawowego działania szermierczego)**

Test precyzji trafień został wykonany za pomocą elektronicznej tablicy Favero EFT-1 wyprodukowanej przez FAVERO ELECTRONICS Srl Arcade (TV) – ITALY (Rys.3). Na tablicy znajduje się 5 celów podświetlanych diodami LED. Dwa z celów umieszczone są na wysokości ok. 90 cm a kolejne dwa na wysokości 130 cm nad ziemią. Cele rozmieszczone są w odległości 30 cm od siebie. Ostatni piąty cel znajduje się po środku tarczy na przecięciu przekątnych.

Urządzenie Favero EFT-1 dysponuje możliwością wykonania 9 testów ale w procedurze badawczej użyto trzech najbardziej różnorodnych testów (test 5, 7, 9). W poszczególnych testach, zadaniem zawodnika było wykonywanie w jak najkrótszym czasie serii osadzeń końca broni floretu (punkty) w pojawiające się losowo, podświetlane na czerwono cele. Przeprowadzone próby pozwalały na dokładne określenie precyzji zadawania trafień w różnych wariantach.



Rys. 3. FAVERO: Electronic Fencing Target,

Źródło: EFT-1 (FAVERO ELECTRONICS Srl Arcade (TV) – ITALY)

Test 5 polegał na trafianiu w dwa losowo pojawiające się cele, które podświetlały się czerwono w dziesięciu cyklach. Każdy cykl rozpoczynał się rozświetleniem się pierwszego celu. Po prawidłowym - celnym trafieniu w pierwszy cel następowało rozświetlenie celu drugiego. Zadaniem badanego było wykonanie 10 cykli trafień w jak najkrótszym czasie. Test

oceniał precyzję wykonywania trafień w jak najkrótszym czasie. W trakcie realizacji zadania, zawodnicy znajdowali się w postawie szermierczej w odległości odpowiedniej do wykonania prostego pchnięcia. Próby wykonywane były zarówno za pomocą ręki dominującej jak i niedominującej. Do analiz został użyty uśredniony czas wykonania zadań z dokładnością do 0.01 sek. W przypadku nie trafienia do celu lub niewykonania prawidłowo sekwencji trafień badanemu zaliczany był czas 2,50 sekundy i liczony do ogólnej średniej wykonania danego programu.

Test 7 polegał na trafianiu w trzy losowo pojawiające się cele, które podświetlały się czerwono w dziesięciu cyklach. Każdy cykl rozpoczynał się rozświetleniem się pierwszego celu. Po prawidłowym - celnym trafieniu w pierwszy cel następowało rozświetlenie celu drugiego. Po prawidłowym - celnym trafieniu w drugi cel następowało rozświetlenie celu trzeciego. Zadaniem badanego było wykonanie 10 cykli trafień w jak najkrótszym czasie. Test oceniał precyzję wykonywania trafień w jak najkrótszym czasie. W przypadku nie trafienia do celu lub niewykonania prawidłowo sekwencji trafień badanemu zaliczany był czas 2,70 sekundy i liczony do ogólnej średniej wykonania danego programu.

Test 9 polegał na trafianiu w 3 cele rozświetlone na czerwono jednocześnie w 3 cyklach. Test oceniał precyzję wykonywania trafień w jak najkrótszym czasie trzech pojawiających się jednocześnie celów co wymagało dobrania odpowiedniej strategii percepcyjnej. W przypadku nie trafienia do celu lub niewykonania prawidłowo sekwencji trafień badanemu zaliczany był czas 3,00 sekundy i liczony do ogólnej średniej wykonania danego programu.

Dokładność działań szermierczych prowadzona we wszystkich testach eksperymentalnych była określana na podstawie czasu wykonywania celnych pchnięć ponieważ w szermierce kluczowe jest wykonywanie celnych działań w jak najkrótszym czasie. Trafienie niecelne w myśl konwencji floretowej (zasad przyznawania punktów) powoduje oddanie inicjatywy przeciwnikowi i kończy się często otrzymaniem trafienie z jego strony. W przeprowadzonych testach zrezygnowano z możliwości ponawiania niecelnych trafień, ponieważ w zadaniu chodziło o ocenę efektywności celności pchnięć w ramach upływającego czasu.

### ***Ocena siły dłoni*** (EUROFIT 1989).

Pomiar siły dłoni wykonano zgodnie z opisem podanym w teście EUROFIT (1989) z wykorzystaniem atestowanego dynamometru ręcznego (rys.5), z dokładnością do 1 kg. Z dwóch prób dla każdej ręki do analizy wykorzystano lepszy wynik. Podczas testu badana osoba stała w lekkim rozkroku, dynamometr ściśle przylegał do palców dłoni, ramię osoby



badanej ułożone było wzdłuż tułowia tak, by ręka nie dotykała ciała, następował krótki ścisk dynamometru z maksymalną siłą. Drugie ramię znajdowało się w pozycji swobodnej.



Rys.5 Dynamometr ręczny

Źródło: <http://www.compek.cz/dynamometr-kern-map.htm>

### **Okreslenie poziomu koordynacyjnych zdolności motorycznych**

- **Ocena czasu reakcji**

Pomiary zdolności koordynacyjnych przeprowadzone zostały na urządzeniu **WITTY SEM** firmy Microgate. System semaforów WITTY zbudowany jest z matrycy LED, która ma możliwość wyświetlania różnych kolorów, cyfry i znaków. Dzięki wbudowanemu czujnikowi zbliżeniowemu, semafor WITTY jest idealnym rozwiązaniem do zaprojektowania testów oraz badań opartych na aspektach decyzyjności. WITTY SEM wyświetla: Kolory: zielony, czerwony, niebieski / Strzałki w trzech kolorach i różnych kierunkach / Litery w trzech kolorach. Semafony są wyposażone w czujniki zbliżenia, które są w stanie wykryć obecność obiektu w obszarze wskaźnika (max40cm) bez potrzeby dotykania go. Dzięki wbudowanemu czujnikowi zbliżeniowemu semafor WITTY jest idealnym rozwiązaniem w specjalistycznych treningach koordynacji, reaktywności i zdolności motoryczno-poznawczych (<http://microgatepolska.pl/rehabilitacja/rehabilitacja-witty-sem/>).

Na bazie wykorzystania tego urządzenia przeprowadzono testy czasu reakcji:

- **Test 1 Reakcji prostej** : reakcja na bodziec wizualny (zielone światło), 20 bodźców, 2 próby na każdą rękę.

- **Test 2 Reakcji złożonej** : reakcja na bodziec wizualny z obciążeniem poznawczym (rozróżnianie, selekcja bodźca, bodźcem było zielone "E" spośród innych znaków), 20 bodźców, 2 próby na każdą rękę.

Sposób wykonania próby: Każde stanowisko posiadało 4 światła (semafory MICROGATE Witty SEM) ustawione w konfiguracji krzyża, wysokość światła było dostosowywane do wysokości barków osoby badanej. System analizował tylko prawidłowe decyzje, na podstawie zbliżenia jednej dłoni. Odległość zbliżenia dłoni od semafora była identyczna dla każdej osoby. Osoba badana stała od semaforów na odległość wyciągniętej kończyny górnej, drugą kończynę górną miała schowaną za tułowiem na wysokości pasa, pozycja stoją wygodna dla każdej osoby (Rys.4).



Rys.4 Sposób przeprowadzenia próby czasu reakcji

Źródło : opracowanie własne

- **Ocena równowagi**

Zdolność zachowania równowagi ciała wymieniana jest jako jedna z podstawowych komponent koordynacyjnych, która warunkuje prawidłowe funkcjonowanie człowieka z punktu widzenia motoryki i występuje zawsze równocześnie z innymi zdolnościami koordynacyjnymi: orientacją przestrzenną, różnicowaniem ruchu oraz szybkością reakcji.

Wykorzystany w pracy test na systemie inercyjnym **GYKO** pomaga w ustaleniu asymetrycznej stabilności i siły w stawach biodrowych i ramiennych i analizowania ruchu

każdego segmentu ciała. Za pomocą tego systemu przeprowadzono testy oraz ćwiczenia równowagi, ponadto na dalszym etapie prac przeanalizowany zostanie zakres ruchomości w stawach (ROM), a także oceniona zostanie siła mięśniowa. Im większa różnica tym większe prawdopodobieństwo, że staw lub cały wzorzec ruchowy przebiegający przez miednicę/biodro lub obręcz barkową ulegnie przeciążeniu lub kontuzji. Wyszukuje się „najsłabsze ogniwo”, które powinno być priorytetowe podczas treningu.

Test równowagi był wykonany jedno nóż za pomocą czujnika inercyjnego GYKO (metoda pomiarowa SWAY). Rys.5 Czujnik GYKO był mocowany na specjalnych szelkach, umożliwiając analizę wychylenia tułowia podczas stania jedno nóż. Zawodniczki wykonywały po dwie 20 sekundowe próby na każdą nogę. Osoba stała jedno nóż w wyznaczonym miejscu z rękoma na biodrach, druga kończyna zgięta w stawie kolanowym, uniesiona była na wysokość biodra. Wzrok był skierowany przed siebie.



Rys.5 Sposób przeprowadzenia próby równowagi

Źródło : opracowanie własne

### **Pomiary antropometryczne wraz z analizą składu ciała**

Wyniki pomiarów antropometrycznych uzyskano metodą antropometryczną. Badania wykonane były przez doświadczonego antropologa sportowego, zgodnie z metodyką przedstawioną przez Malinę i wsp. (2004), przy pomocy standardowych narzędzi badawczych, z dokładnością, na jaką pozwala skala danego instrumentu pomiarowego.

Pomiary objęły następujące charakterystyki morfologiczne:

- Wysokość ciała
- Długość tułowia - wysokość do punktu suprasternale (b-sst) i wysokość do punktu symphision (b-sy)
- Długość kończyny górnej lewej i prawej - wysokość do punktu acromion (b-a) oraz wysokość do punktu daktylion (daIII) (b-da)
- Wysokość bioder górna do punktu iliocristale (b-ic) – lewa i prawa kończyna dolna
- Szerokość barków – między punktami acromoin (a-a)
- Szerokość bioder – między punktami iliocristale (ic-ic)

Analiza składu ciała wykonana została przy pomocy metody bioelektrycznej analizy impedancji (BIA). Do pomiaru wykorzystano wieloczęstotliwościowy analizator **TANITA MC 980 MA** (Rys.6). Urządzenie charakteryzuje się najwyższą jakością, dokładnością oraz precyzją wykonywanych pomiarów. Wykorzystuje przepływ prądu o różnych częstotliwościach, dlatego istnieje możliwość otrzymania między innymi takich parametrów jak masa tłuszczowa, masa mięśniowa, woda wewnątrzkomórkowa i woda zewnątrzkomórkowa oraz kąt fazowy. Prąd przepływa na sześciu częstotliwościach: 1kHz / 5kHz / 50kHz / 250kHz / 500kHz / 1000kHz, co maksymalizuje dokładność pomiarów. Zintegrowane 8 elektrod pozwala na wykonanie analizy z odczytem segmentowym uwzględniającym rozmieszczenie zawartości tkanki tłuszczowej oraz masy mięśniowej na lewej i prawej kończynie górnej oraz dolnej, co zostanie wykorzystane na potrzeby pracy.



Rys.6 Analizator składu ciała TANITA MC980 MA

Źródło: <http://medkonsulting.strony.biz/najnowszy-produkt-tanita-mc-980-ma/>

## **4 Metody analizy statystycznej**

W celu sformułowania określonych prawidłowości służących zrealizowaniu celów badawczych zostanie wykonana pogłębiona analiza statystyczna, przeprowadzona za pomocą pakietu SPSS.

W celu porównania osób lewo i praworęcznych pod względem poziomu zdolności koordynacyjnych (reakcji prostych, reakcji złożonych, równowagi) zastosowany zostanie test t-Studenta dla danych niezależnych. Z kolei w celu porównania poziomu wykonania testów ręką dominującą i niedominującą u tych samych osób zastosowany zostanie test t – Studenta dla danych zależnych.

Rozważa się także analizę efektów interakcyjnych przez zastosowanie dwuczynnikowej analizy wariancji ANOVA (1 czynnik międzygrupowy: ręczność - dwa poziomy: lewa/prawa, 2 czynnik wewnątrzgrupowy: dominacja ręki - dwa poziomy: dominująca/ niedominująca).

## Piśmiennictwo

1. **Agnew, J. A., Dorn, C., Eden, G. F.** (2004). Effect of intensive training on auditory processing and reading skills. *Brain and language*, 88(1), 21-25.
2. **Andersen, K.L., Masironi, R., Rutenfranz, J.** *Habitual Physical and Health. Copenhagen, WHO, 199.,1978*
3. **Annett M.** 2004. *Hand preference observed in large healthy samples: Classification, norms and interpretations of increased non-right-handedness by the right shift theory.* Br J Psychol 95:339-53.
4. **Alvaro N.** *Equipment for practicing sport fencing USA, 2003*
5. **Barth B., Beck E.,** (2007). *The complete guide to fencing.* Meyer & Meyer Verlag.
6. **Bernstein, L.** (1975). Effects of salinity and sodicity on plant growth. *Annual review of phytopathology*, 13(1), 295-312.
7. **Belling, P. K., Ward, P.** (2015). Time to start training: A review of cognitive research in sport and bridging the gap from academia to the field. *Procedia Manufacturing*, 3, 1219-1224.
8. **Beutler, I.** (2008). Sport serving development and peace: Achieving the goals of the United Nations through sport. *Sport in society*, 11(4), 359-369.
9. **Bronikowski, M., Kantanista, A., Glapa, A.** (2014). *Wychowanie fizyczne - praca z uczniem zdolnym.* Ośrodek Rozwoju Edukacji.
10. **Borysiuk Z, Waskiewicz Z.** *Information processes, stimulation and perceptual training in fencing. Journal of Human Kinetics*, 19, 63-82, 2008

11. **Bush D., Hagemann N., Bender N.**, *The dimensionality of the Edinburgh Handedness Inventory: An analysis with models of the item response theory*. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* Volume 15, 2010
12. **Corballis, M. C.** (2014). *Left brain, right brain: facts and fantasies*. *PLoS biology*, 12(1), e1001767.
13. **Crosby, C. A., Wehbé, M. A.** (1994). Hand strength: normative values. *The Journal of hand surgery*, 19(4), 665-670.
14. **Chapman J.A, Henneberg M.** 1999. *Switching the handedness of adults: results of 10 weeks training of the non-dominant hand*, *Perspectives in Human Biology* 4(1):211-17.
15. **Chang, C. H., Rosen, C. C., Levy, P. E.** (2009). The relationship between perceptions of organizational politics and employee attitudes, strain, and behavior: A meta-analytic examination. *Academy of Management journal*, 52(4), 779-801.
16. **Chen, G. M., Starosta, W. J., Lin, D., You, Z.** (1998) *Foundations of intercultural communication*. Boston, MA: Allyn and Balcon
17. **Corballis, M. C.** (2014). Left brain, right brain: facts and fantasies. *PLoS biology*, 12(1), e1001767.
18. **Clevenger, A. P., Chruszcz, B., Gunson, K. E.** (2001). Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin*, 646-653.
19. **Crosby CA, Wehbe MA, Mawr B** (1994) *Hand strength: normative values*. *Journal of Hand Surgery*, 19(4), 665-670.
20. **Czajkowski Z.** *Teoria i metodyka współczesnej szermierki*, SiT, Warszawa, 1968
21. **Czajkowski Z.** *Zależności czasów odpowiedzi czuciowo-ruchowych od programowania przez złożoności ruchu*. *Sport Wyczynowy*, 3-4, 27-30, 1998

22. **Demuth A., Czerniak U., Krzykała M., Wieliński D., Ziółkowska-Łaj E.** (2007) *Somatic characteristic of players from chosen national teams of field hockey, Human Movement* 8(1): 27-31.
23. **de León, R. A., Cruz, D. G., Segrera, E. L.** (1986). *Metodología de la enseñanza de lenguas extranjeras*. Pueblo y Educación.
24. **Evangelista, N.** (2000). *The inner game of fencing*. McGraw-Hill.
25. **Elliott D., Heath M.,** *Cerebral Specialization for Speech Production in Persons with Down Syndrome* Brain and Language Volume 69, Issue 2, 1999, Pages 193-211
26. **Francis K.L., Spirduso W.,** *Age Differences in the Expression of Manual Asymmetry* Pages 169-180 | Published online: 29 Oct 2010
27. **Grabowska A.** (1994) *Left-handedness and lateralization of visual-spatial functions in the brain. Przegląd Psychologiczny* 3, 301-312.
28. **Geschwind, N., Behan, P.** (1982). Left-handedness: association with immune disease, migraine, and developmental learning disorder. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 79(16), 5097.
29. **Ghilardi, M. F., Ghez, C., Dhawan, V., Moeller, J., Mentis, M., Nakamura, T., Eidelberg, D.** (2000). Patterns of regional brain activation associated with different forms of motor learning. *Brain research*, 871(1), 127-145.
30. **Hepper, P. G., Shahidullah, S., White, R.** (1991). Handedness in the human fetus. *Neuropsychologia*, 29(11), 1107-1111.
31. **Hepper, P. G., McCartney, G. R., Shannon, E. A.** (1998). Lateralised behaviour in first trimester human foetuses. *Neuropsychologia*, 36(6), 531-534.
32. **Jefimowa IW, Kuprijanow WA.** (1995) *Funkcjonalna asymetria i jej znaczenie w sportowej praktyce*. Teoria i Praktyka Fizycznej Kultury 2, 23-24.



33. **Johne M, Poliszczuk T, Poliszczuk D, Dąbrowska-Perzyna A.** (2013) *Asymmetry of complex reaction time in female epee fencers of different sport classes.* Pol J Sport Tourism, 20, 25-34.
34. **Kim, H. D., Kim, D. J., Kwak, Y. S.** (2009). The differential effects of plyometric training and weight training on muscular power, agility and maximal muscular strength of the male and female high-school throwers. *Journal of Life Science*, 19(12), 1821-1828.
35. **Kim, S., Andrew, D. P., Greenwell, T. C.** (2009). An analysis of spectator motives and media consumption behaviour in an individual combat sport: Cross-national differences between American and South Korean mixed martial arts fans. *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, 10(2), 53-66.
36. **Koley S, Yadaw MK.** (2009) *An association of hand grip strength with some anthropometric variables in Indian cricket players.* Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport, 7(2), 113-123.
37. **Koley, S., Khajuria, A., Melton, S.** (2010). The correlation between back strength and leg strength among Indian inter-university male cricketers. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 8(2), 125-132.
38. **Kublanov VS, Petrenko TS, BabichM.V**(2015) *Multi-electrode neurostimulation system for treatment of cognitive impairments II Engineering in Medicine and. Biology Society (EMBC): 37th Annu. Int. Conf. Milan, 2015. 2091-2094*
39. **Króliczak G., Frey S.,** 2009 *A Common Network in the Left Cerebral Hemisphere Represents Planning of Tool Use Pantomimes and Familiar Intransitive Gestures at the Hand-Independent Level.* Cerebral Cortex, Volume 19, Issue 10, 1 2009, Pages 2396–2410
40. **Krzykała M., Czerniak U., Demuth A., Wieliński D., Karpowicz K., Karpowicz M., Janowski J.,** *Body build and body composition of fencing competitors W: Studies in modern competitive fencing/* Łuczak M., Witkowski M., Poznań : Wydawnictwo Naukowe UAM w Poznaniu, 2016 , 47-59

41. **Llaurens, V., Raymond, M. and Faurie, C.** (2009). *Why are some individuals left-handed? An evolutionary perspective.* Philosophical transaction of The Royal Society London B, 364, 881–894
42. **Llaurens, V., Raymond, M., Faurie, C.** (2009). Ritual fights and male reproductive success in a human population. *Journal of evolutionary biology*, 22(9), 1854-1859.
43. **Mathiowetz M., Cheryl S., Rennells B., Donahoe B.,**(1985) *Effect of elbow position on grip and key pinch strength* *The Journal of Hand Surgery* Volume 10, Issue 5, 1985, Pages 694-697
44. **Meinel, K.** (1967). *Motoryczność ludzka: Zarys teorii czynności sportowych i działań ruchowych z punktu widzenia pedagogicznego.* Sport i turystyka.
45. **Malina R. M., Bouchard C., Bar-Or O.** (2004), *Growth, maturation, and physical activity, Champaign IL: Human Kinetics.*
46. **McMorris, T.** (2014). *Acquisition and performance of sports skills.* John Wiley & Sons.
47. **Meinel** *Motoryczność ludzka: zarys teorii czynności sportowych i działań ruchowych z punktu widzenia pedagogicznego.,*1967
48. **Nęcka E.,** *Inteligencja: geneza, struktura, funkcje.* Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, 2005.
49. **Ogurkowska, M. B., Kawalek, K.** (2017). Evaluation of functional and structural changes affecting the lumbar spine in professional field hockey players. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 19(2).
50. **Oldfield R.,** (1971) *The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory.* Neuropsychologia. Volume 9, Issue 1, 1971, Pages 97-113
51. **Osiński, W.** (2003) *Antropomotoryka* AWF Poznań

52. **Petrenko, O. V., Nikolaeva, E. S., Kadutskaya, L. A., Petrenko, S. V.** (2015). Manifestation of mental qualities in the process of improving the training of students at the Physical training Faculty (on the example of table tennis). *Научный результат. Серия «Педагогика и психология образования»*, (1 (3)).
53. **Poliszczyk, T., Poliszczyk, D., Dąbrowska-Perzyna, A., John, M.** (2013). Asymmetry of complex reaction time in female épée fencers of different sports classes. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 20(1), 25-29.
54. **Previc, F. H.** (1991) A general theory concerning the prenatal origins of cerebral lateralization in humans. *Psychological review*, 98(3), 299.
55. **Raymond, M., Pontier, D.** (2004). Is there geographical variation in human handedness?. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 9(1), 35-51.
56. **Rigal R.** (1994) *Right-left orientation: development of correct use of right and left terms. Percept Mot Skill* 79:1259-1278
57. **Roi, G.S., Bianchedi, D.** (2008) *The science of fencing. Sport Medicine*, 38(6), 465-481
58. **Rynkiewicz, T.** (2003). *Struktura zdolności motorycznych oraz jej globalne i lokalne przejawy*. Akademia Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu.
59. **Sainburg, R. L.** (2002). Evidence for a dynamic-dominance hypothesis of handedness. *Experimental brain research*, 142(2), 241-258.
60. **Serrien, D. J., Sovijärvi-Spapé, M. M.** (2013). Cognitive control of response inhibition and switching: hemispheric lateralization and hand preference. *Brain and cognition*, 82(3), 283-290

61. **Serrien, D. J., Ivry, R. B., Swinnen, S. P.** (2006). Dynamics of hemispheric specialization and integration in the context of motor control. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(2), 160.
62. **Senff, O., Weigelt, M.** (2011). Sequential effects after practice with the dominant and non-dominant hand on the acquisition of a sliding task in schoolchildren. *Laterality*, 16(2), 227-239.
63. **Starosta, W.** (2003). *Motoryczne zdolności koordynacyjne:(znaczenie, struktura, uwarunkowania, kształtowanie)*. Instytut Sportu.
64. **Starosta, W.** (2006). Globalna i lokalna koordynacja ruchowa w wychowaniu fizycznym i sporcie (Global and local movement coordination in physical education and sport). *International Association of Sport Kinetics, Warsaw*.
65. **Starosta, W., Anioł Strzyżewska, K.** (1990). Zmiany w zdolności do różnicowania kinestetycznego amplitudy ruchu pod wpływem obciążeń treningowych u zaawansowanych zawodników kajakarstwa.(w:) Koordynacja ruchowa w sporcie,(red) Starosta W. *Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej, Gorzów Wlkp., Warszawa*.
66. **Turner, A., Bishop, C., Chavda, S., Edwards, M., Brazier, J.,Kilduff, L. P.** (2016). Physical characteristics underpinning lunging and change of direction speed in fencing. *Journal of strength and conditioning research*, 30(8), 2235-2241
67. **Watling, D., Workman, L., Bourne, V. J.** (2012). Emotion lateralisation: Developments throughout the lifespan. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 17(4), 389-411.
68. **Wood, C. J., Aggleton, J. P.** (1989). Handedness in 'fast ball'sports: Do lefthanders have an innate advantage?. *British Journal of Psychology*, 80(2), 227-240.

69. **Wang, J., Sainburg, R. L.** (2007). The dominant and nondominant arms are specialized for stabilizing different features of task performance. *Experimental Brain Research*, 178(4), 565-570.
70. **Ważny, T.** (1994). Dendrochronologia: podstawy metodyczne i stan zaawansowania badań w Polsce. *Światowit*, 39, 193.
71. **Watling, D., Workman, L., Bourne, V. J.** (2012). Emotion lateralisation: Developments throughout the lifespan. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 17(4), 389-411.
72. **Witkowski, M., Łuczak, M.** (2016). *Studies in modern competitive fencing*. Wydawnictwo Naukowe UAM.
73. **Williams, L. R. T., Walmsley, A.** (2000). Response amendment in fencing: differences between elite and novice subjects. *Perceptual and Motor Skills*, 91(1), 131-142.
74. **Wood, C. J., Aggleton, J. P.** (1989). Handedness in 'fast ball'sports: Do lefthanders have an innate advantage?. *British Journal of Psychology*, 80(2), 227-240.
75. **Van Raalte, J. L., Brewer, B. W.** (2014). *Exploring sport and exercise psychology*. American Psychological Association.
76. **Vender Linde, S., Valkenburg, H. A., Cats, A.** (1984). Evaluation of diagnostic eriteria for ankylosing spondylitis. *Arthritis Rheuma*, 27, 361.
77. **Voracek, M., Reimer, B., Ertl, C., Dressler, S. G.** (2006). Digit ratio (2D: 4D), lateral preferences, and performance in fencing. *Perceptual and motor skills*, 103(2), 427-446.
78. **Vuoksimaa, E., Koskenvuo, M., Rose, R. J., Kaprio, J.** (2009). Origins of handedness: A nationwide study of 30 161 adults. *Neuropsychologia*, 47(5), 1294-1301.
79. **Yadav, V., Sainburg, R. L.** (2014). *Limb dominance results from asymmetries in predictive and impedance control mechanisms*. *PloS one*, 9(4), e93892.

80. **Zabrocka A., Sawczyn S.**, (2010). *Efektywność kształtowania koordynacyjnych zdolności motorycznych u tancerzy tańca sportowego na początkowym etapie szkolenia*. Rocznik naukowy 48
81. **Zverev, Y., Adeloje, A.** (2001). Left-handedness as a risk factor for head injuries. *East African medical journal*, 78(1), 22-24.