

Percepcja wzrokowa w grach sportowych

**Podstawy teoretyczne
i implikacje praktyczne**



Percepcja wzrokowa w grach sportowych

Percepcja wzrokowa w grach sportowych

Podstawy teoretyczne i implikacje praktyczne

pod redakcją Teresy Zwierko

Rada Wydawnicza

Adam Bechler, Tomasz Bernat, Anna Cedro, Paweł Cieszczyk
Piotr Michałowski, Małgorzata Ofiarska, Aleksander Panasiuk
Grzegorz Wejman, Dariusz Wysocki, Renata Ziemińska
Marek Górski – przewodniczący Rady Wydawniczej
Radosław Gaziński – redaktor naczelny Wydawnictwa Naukowego

Recenzent

dr hab. Michał Spieszny prof. AWF

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2013–2016
w ramach programu pod nazwą „Rozwój Sportu Akademickiego”, nr grantu RSA201852

Teresa Zwierko ORCID 0000-0003-0519-9461

Redakcja językowa i korekta

Izabela Krupa

Redakcja techniczna i skład komputerowy

Iwona Mazurkiewicz

Projekt okładki

Renata Kowalczyk

Zdjęcia zamieszczone w publikacji są wykonane przez autorów tekstów



Wersja elektroniczna publikacji dostępna na licencji CC BY-SA 4.0

© Copyright by Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2016

DOI 10.18276/978-83-7972-825-1

ISBN 978-83-7972-825-1 (online)

ISBN 978-83-7972-081-1 (print)

WYDAWNICTWO NAUKOWE UNIWERSYTETU SZCZECIŃSKIEGO

Wydanie I. Ark. wyd. 14,0. Ark. druk. 15,3. Format 170/240

Spis treści

Wprowadzenie	7
---------------------------	----------

Część I. Percepcja wzrokowa w sporcie

1. Podstawy anatomii i fizjologii narządu wzroku (<i>Wojciech Lubiński</i>).....	11
2. Mechanizmy przetwarzania informacji wzrokowej w działaniach motorycznych (<i>Piotr Lesiakowski</i>).....	31
3. Komponenty systemu percepcyjnego w działaniach motorycznych (<i>Teresa Zwierko</i>)	52

Część II. Diagnostyka układu wzrokowego

4. Badania okulistyczne (<i>Lidia Puchalska-Niedbał</i>).....	71
5. Ocena śledzenia ruchów gałek ocznych – system EyeTracking w działaniach motorycznych (<i>Justyna Krzepota</i>).....	87
6. Ocena wzrokowych procesów sensomotorycznych (<i>Teresa Zwierko, Piotr Lesiakowski, Wojciech Lubiński</i>).....	104

Część III. Trening percepcji wzrokowej

7. Trening funkcji okulomotorycznych (<i>Mikołaj Markiewicz, Justyna Krzepota</i>)	127
8. Trening percepcji wzrokowej w koszykówce (<i>Teresa Zwierko, Piotr Lesiakowski</i>)	147

9. Trening percepcji wzrokowej w piłce nożnej (<i>Miłosz Stępiński</i>).....	172
10. Trening percepcji wzrokowej w piłce ręcznej (<i>Beata Florkiewicz, Sławomir Fogtman</i>).....	193
11. Trening percepcji wzrokowej w piłce siatkowej (<i>Leszek Piasecki</i>)	219

Wprowadzenie

Jednym z istotnych uwarunkowań skuteczności działań techniczno-taktycznych zawodników zespołowych gier sportowych jest sprawność wzrokowych mechanizmów percepcyjnych. Główną funkcją mechanizmu percepcyjnego jest detekcja i selekcja właściwych bodźców wzrokowych. Zespołowe gry sportowe są przykładem dyscyplin, w których szybkość i jakość odbioru bodźców wzrokowych bezpośrednio wpływa na efektywność zachowań motorycznych zawodnika. Szybkość wzrokowej lokalizacji przestrzennej, dyskryminacja poruszających się obiektów w centralnym i peryferyjnym polu widzenia, właściwa ocena odległości warunkowana prawidłową funkcją widzenia obuocznego, koordynacja wzrokowo-ruchowa, jak również stabilność utrzymania uwagi wzrokowej są podstawowymi czynnikami warunkującymi powodzenie działań ofensywnych i defensywnych, zwłaszcza w sytuacji narastającego zmęczenia fizycznego. Wysokie wymagania w odniesieniu do czasu utrzymania i zakresu percepcji, mnogości bodźców wzrokowych i poruszających się obiektów w polu widzenia, przy jednocześnie niezmiernie dynamicznym charakterze aktywności, sprawiają, że gry sportowe uznaje się za dyscypliny o wysokich kompetencjach percepcyjnych. Z punktu widzenia bezpośredniej użyteczności dla procesu szkolenia sportowego wysoce interesujące jest zrozumienie procesów zachodzących w systemie wzrokowym sportowców wpływających na efektywność ich zachowań motorycznych w warunkach podejmowanej aktywności.

Proponowana monografia charakteryzuje aktualny stan wiedzy na temat procesów percepcji w sporcie, a także kierunki oraz metodologię badań realizowanych w ramach projektu nt. *Analiza skuteczności działań techniczno-taktycznych w zespołowych grach sportowych w aspekcie doskonalenia*

wybranych funkcji percepcji wzrokowej (program Rozwój Sportu Akademickiego RSA201852). Opracowanie zostało przygotowane przy współpracy pracowników naukowo-dydaktycznych Wydziału Kultury Fizycznej i Promocji Zdrowia Uniwersytetu Szczecińskiego, Katedry i Kliniki Okulistyki Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie oraz Instytutu Treningu i Terapii Wzroku w Warszawie. Istotną wartością realizowanych badań są implikacje praktyczne dla trenerów, instruktorów i animatorów sportu, zawodników, studentów kierunków wychowanie fizyczne oraz sport w zakresie wzbogacenia procesu treningu sportowego w grach zespołowych nowatorskimi formami i metodami usprawniającymi zdolności percepcji wzrokowej.

Teresa Zwierko

Część I

Percepcja wzrokowa w sporcie

1. Podstawy anatomii i fizjologii narządu wzroku

Wojciech Lubiński

Wpływ widzenia na sprawność osób uprawiających sport

Jednym z ważnym czynników mogącym mieć wpływ na wyniki sportowe zawodników jest jakość widzenia. Osiągnięcia sportowe, szczególnie w grach zespołowych, warunkowane są wysokim poziomem koordynacji wzrokowo-ruchowej, zależnej od funkcji wzroku, jak również od sprawności centralnego układu wzrokowego.

Poniżej przedstawiono i wyjaśniono najczęściej stosowane pojęcia opisujące widzenie u sportowców (Planer 1994):

- ostrość wzroku (statyczna);
- ostrość wzroku (dynamiczna);
- czułość kontrastowa;
- widzenie barwne;
- akomodacja;
- widzenie stereoskopowe;
- ustawienie gałek ocznych;
- ruchomość gałek ocznych;
- funkcja okulomotoryczna: ruchy sakkadowe, ruchy wodzące;
- fiksacja;
- widzenie centralne i obwodowe;
- dominacja oczna.

Statyczna ostrość wzroku

Statyczna ostrość wzroku to zdolność rozpoznania różnych rozmiarów obiektów (liter lub przedmiotów) z różnych odległości od obserwatora. Jest mierzona za pomocą standardowych testów ostrości wzroku (np. tablice dziesiętne Snellena z wykorzystaniem najczęściej takich optotypów, jak cyfry lub litery). U większości sportowców ostrość wzroku powinna wynosić od 20/20 do 20/15. Ostrość wzroku badana obuocznie powinna być lepsza niż badana każdym okiem oddzielnie. Brak takiego widzenia u sportowców może być przyczyną nierozpoznawania wyraźnie i szybko mniejszych obiektów.

Dynamiczna ostrość wzroku

Dynamiczna ostrość wzroku to zdolność utrzymywania precyzyjnego widzenia, gdy sportowiec i/lub obiekt, na który sportowiec patrzy, jest w ruchu. Brak takich zdolności utrzymania ostrości wzroku w warunkach dynamicznych może zaburzać postrzeganie głębi (zobacz dalej).

Czułość kontrastowa

Czułość kontrastowa to zdolność sportowców do rozróżniania szczegółów przedmiotów w polu widzenia, które nie są wyraźnie widoczne lub nie odróżniają się od tła. Sportowcy ze słabą czułością kontrastową mogą mieć trudności w odbieraniu i przekazywaniu obiektów (np. piłki), mogą także z opóźnieniem postrzegać obiekty, wykazywać tendencję do łatwej ich utraty.

Widzenie barwne

Widzenie barwne to zdolność do szybkiego i precyzyjnego rozpoznania różnych kolorów. Specjalne okulary lub szkła kontaktowe w niektórych przypadkach mogą pomóc w rozróżnianiu kolorów. Niektóre choroby i leki mają wpływ na zaburzenie widzenia barwnego. Najczęściej zaburzenie widzenia barwnego ma charakter dziedziczny. Sportowcy z zaburzeniem widzenia barw mogą mieć trudności w rozróżnianiu zawodników swojej lub przeciwnej drużyny i podążaniu wzrokiem za poruszającymi się przedmiotami w polu widzenia.

Akomodacja

Akomodacja jest rozumiana jako zdolność precyzyjnego widzenia przedmiotów z różnych odległości. U sportowców deficyt akomodacji spowalnia zdolność do szybkiego i dokładnego wodzenia wzrokiem za przemieszczającymi się przedmiotami.

Postrzeganie głębi

Postrzeganie głębi (widzenie stereoskopowe) to zdolność do szybkiego i dokładnego wykorzystania połączonych obrazów uzyskanych oddzielnie z jednego i drugiego oka do oceny odległości i przestrzennych zależności między obiektami. Jest ona mocno powiązana z ruchomością gałek ocznych oraz widzeniem obuocznym. Brak widzenia stereoskopowego u sportowców może być przyczyną błędnej oceny lokalizacji obiektu w stosunku do innych obiektów znajdujących się w polu widzenia.

Ustawienie gałek ocznych

Ustawienie gałek ocznych (ang. *ocular alignment*) jest zależne od dobrego widzenia każdego oka, sprawnego działania mięśni poruszających gałką oczną oraz sprawnej transmisji bodźców nerwowych z centralnego układu wzrokowego. Brak równoległego ustawienia gałek ocznych prowadzi do powstania zeza, dwójnienia, niedowidzenia, co w konsekwencji może spowodować ograniczenia sprawności sportowców.

Ruchomość gałek ocznych

Ruchomość gałek ocznych to zdolność do precyzyjnego, równoległego poruszania się gałek ocznych w różnych kierunkach w pozycji statycznej, jak również podczas poruszania się. Umożliwia sportowcom wodzenie wzrokiem za poruszającym się obiektem. Brak tej zdolności może być przyczyną zaburzenia orientacji przestrzennej, postrzegania głębi, co znacząco pogarsza sprawność sportowców.

Funkcja okulomotoryczna

Ruchy wodzące i sakkadowe są dwoma różnymi sposobami kontroli okulomotorycznej.

Ruchy sakkadowe (Carlson i wsp. 2010) to bardzo szybkie (do 900 stopni na sekundę), mimowolne ruchy gałek ocznych umożliwiające przemieszczenie oka (dołka siatkówki) na obiekt zainteresowania. Pozwalają na maksymalne wychwycenie szczegółów z otoczenia.

Ruchy wodzące (Krauzlis 2004) pozwalają na ściśle kierowanie się za poruszającym się obiektem. Zakres ruchów wodzących jest u ludzi największy w poziomie i do dołu. Są to relatywnie do ruchów kaskadowych wolne ruchy, którym prawie zawsze towarzyszą ruchy głowy (szybkość tych ruchów waha się od 60 do 100 stopni na sekundę).

Fiksacja wzrokowa

Fiksacja wzrokowa (Rucci i wsp. 2007, 2015) to zdolność utrzymania widzenia (dołkiem siatkówki) na pojedynczym przedmiocie. Umożliwia widzenie o największym stopniu szczegółowości. Ciągłe patrzenie dołkiem może prowadzić do zmniejszenia odpowiedzi neuronalnych w siatkówce. Degradacji jakości obrazu przeciwdziałają mikrosakkadowe ruchy refleksyjne o małej amplitudzie (0,1–0,2 stopnia kątownego). Ruchy te poprawiają jakość percepcyjną dołka siatkówki.

Widzenie centralne i obwodowe

Widzenie centralne i obwodowe to zdolność sportowców do skupienia uwagi na przedmiotach znajdujących się naprzeciwko nich (w centrum pola widzenia) i jednocześnie percepcja przedmiotów znajdujących się w obwodowej części pola widzenia. Deficyt tej umiejętności u sportowców, zwłaszcza w grach zespołowych, zmniejsza możliwości właściwej oceny sytuacji na polu gry.

Dominacja oczna

Dominacja oczna (Chaurasia i wsp. 1976) to preferencja mózgu do otrzymywania obrazu docierającego z jednego oka nad otrzymywaną z oka drugiego – niedominującego. Oko dominujące postrzegane jest przez mózg jako oko prowadzące,

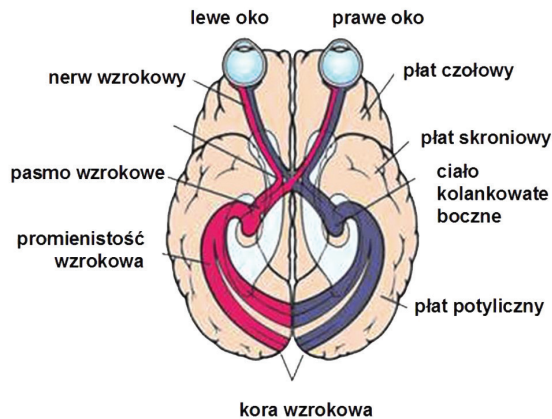
natomiast niedominujące jako wspomagające funkcjonowanie drugiego oka. Około 2/3 populacji ma dominujące oko prawe. Oko dominujące przetwarza informacje 14–21 milisekund prędzej niż drugie oko. Blokada oka dominującego u sportowców może przyczynić się do ograniczenia ich sprawności w różnych dziedzinach sportu (np. w tenisie, w koszykówce).

Układ wzrokowy

Układ wzrokowy (ryc. 1.1) jest złożonym analizatorem zmysłowym. Składa się z następujących elementów:

- gałek ocznych,
- nerwów wzrokowych,
- pasma wzrokowego,
- ciał kolankowatych bocznych,
- promienistości wzrokowych,
- kory wzrokowej.

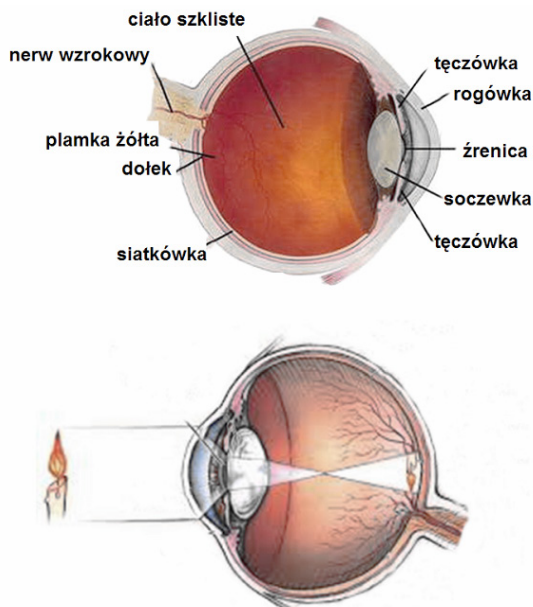
Poniżej opisano główne elementy drogi wzrokowej.



Rycina 1.1. Schemat drogi wzrokowej

Źródło: opracowanie własne.

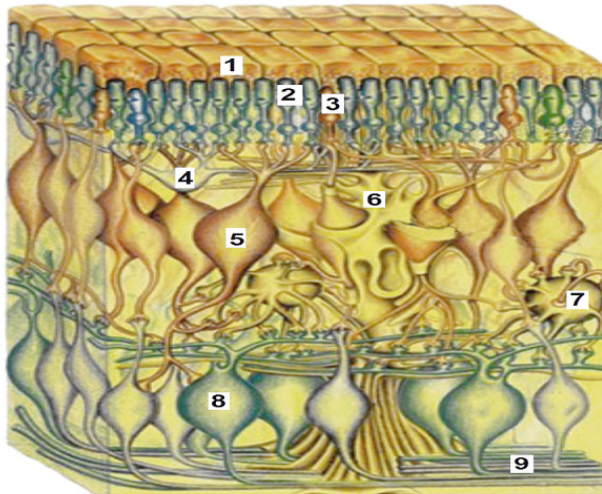
Budowa i funkcja gałek ocznych



Rycina 1.2. Przekrój poprzeczny przez gałkę oczną (powyżej), przebieg promieni świetlnych przez układ optyczny oka (poniżej)

Źródło: opracowanie własne.

Gałki oczne są obwodowym organem wzroku. Poruszają się razem w kierunku postrzeganych przedmiotów, pochłaniają promienie świetlne odbite od przedmiotów. Główne części oka zostały przedstawione na rycinie 1.2. Promienie świetlne odbite od przedmiotów są załamywane przez układ optyczny oka, którego główne składowe to rogówka i soczewka. Odwrócony, rzeczywisty obraz przedmiotu pada na komórki światłoczułe występujące w oku w tzw. siatkówce. Siatkówka jest wyjątkową częścią oka, która przekształca światło na impulsy bioelektryczne przekazywane drogą wzrokową do centralnego układu nerwowego. Dzięki siatkówce jesteśmy w stanie widzieć przedmioty w różnych warunkach oświetlenia, rozróżniać barwy.



1 – nabłonek barwnikowy, 2 – receptor pręcikowy, 3 – receptor czopkowy, 4 – komórka pozioma, 5 – komórka dwubiegunowa, 6 – komórka gąglejowa Muellera, 7 – komórka amakrynowa, 8 – komórka zwojowa, 9 – aksony komórek zwojowych tworzące nerw wzrokowy

Rycina 1.3. Schemat obrazujący ułożone warstwowo komórki siatkówki

Źródło: opracowanie własne.

Światło padające na siatkówkę przekształca się w sygnał elektryczny przy udziale komórek receptorowych, komórek poziomych, dwubiegunowych, amakrynowych i zwojowych (Land i wsp. 1992). Sygnał elektryczny jest przekazywany na wyższe poziomy centralnego układu wzrokowego poprzez aksony komórek zwojowych tworzących nerw wzrokowy. W siatkówce występują dwa rodzaje fotoreceptorów: czopki i pręciki. Porównanie właściwości czopków i pręcików przedstawiono w tabeli 1.1. Schemat obrazujący ułożone warstwowo komórki siatkówki przedstawiono na rycinie 1.3.

Czopki są odpowiedzialne za widzenie dzienne, tzw. ostre widzenie, oraz widzenie barwne (czopki czerwono-, zielono- i niebieskoczułe). Pręciki funkcjonują w niskich natężeniach oświetlenia (widzenie zmierzchowe), nie biorą udziału w widzeniu barw oraz drobnych szczegółów. Różnice jakości widzenia wynikają między innymi z tzw. pól recepcyjnych (liczby komórek receptorowych współpracujących z jedną komórką zwojową). Na jedną komórkę zwojową przypada wiele pręcików, podczas gdy w dołku jeden czopek współpracuje tylko z jedną komórką zwojową. Należy mocno zaznaczyć, że uzyskanie prawidłowej ostrości

wzroku jest głównym celem układu wzrokowego u ludzi, a w sporcie odgrywa ona szczególną rolę.

Tabela 1.1. Porównanie właściwości czopków i pręcików u człowieka

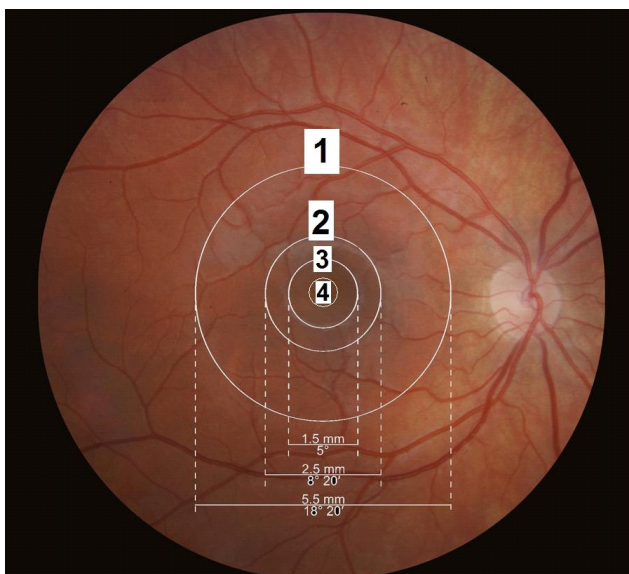
Pręciki	Czopki
Widzenie nocne	Widzenie dzienne
Średnio 90 milionów	Średnio 4,5 miliona
Chromoproteina (pigment): rodopsyna	Chromoproteina (pigment): jodopsyna
Jeden typ światłoczułego barwnika	Trzy typy światłoczułego barwnika (u ludzi): erytrolabe, chlorolabe, cyanolabe
Bardzo duża czułość	Niewielka czułość
Czułość na światło rozproszone	Czułość tylko na światło bezpośrednie
Mała ostrość	Wysoka ostrość (lepsza rozdzielczość)
Wolna reakcja na światło	Szybka reakcja na światło
Brak pręcików przyczyną ślepoty zmierzchowej	Brak czopków przyczyną ślepoty
Większa zawartość pigmentu – wykrywanie słabszego światła	Mniejsza zawartość pigmentu – większe zapotrzebowanie na światło do tworzenia obrazów

Źródło: opracowanie własne.

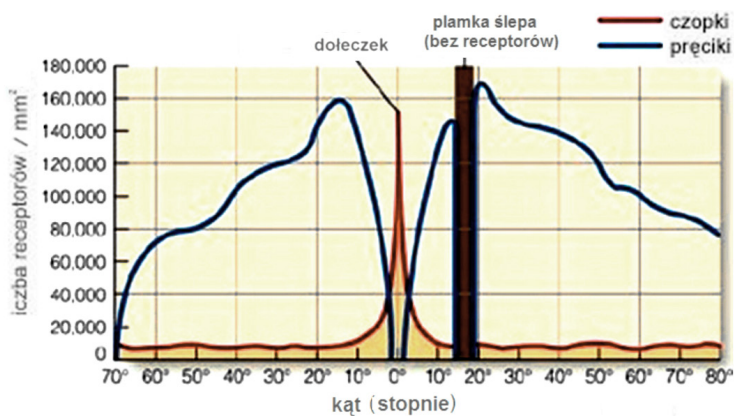
Obraz na siatkówce to konsekwencja załamania promieni świetlnych przechodzących przez rogówkę i soczewkę oka. Rogówka jest odpowiedzialna za 2/3 siły załamującej układu optycznego oka, podczas gdy soczewka poprzez zdolność akomodacji umożliwia „ostre widzenie” z różnych odległości. W siatkówce maksymalna rozdzielczość szczegółów występuje w centralnej części siatkówki zwanej dołkiem (fovea) (ryc. 1.4). Część centralną dołka stanowi dołeczek (foveola) obejmujący 1–2 centralne stopnie kątowe.

Dołek (fovea) obejmuje pięć centralnych stopni kątowych siatkówki. Znajduje się w nim największa koncentracja receptorów czopkowych (Kaufman i wsp. 2003) (ryc. 1.5).

Ostrość wzroku nie jest taka sama w różnych miejscach siatkówki. Tylko dołek jest wyspecjalizowany dla bardzo dobrego, szczegółowego widzenia (1,0 tablice Snellena). Istotne obniżenie ostrości wzroku występuje wraz ze wzrostem odległości kątowej od dołka. W odległości 2,5 stopnia kątowego od dołka ostrość wzroku wynosi 0,5, w odległości 7,5 stopnia kątowego od dołka wynosi 0,25, a na obwodzie jest równa 0,04 (Williams i wsp. 1999). W sposób zbliżony można powiedzieć, że szerokość kciuka widziana z odległości wyciągniętego ramienia obejmuje w przybliżeniu 2 stopnie kątowe, tak więc w praktyce większość



Rycina 1.4. Zdjęcie dna oka z nałożonymi koncentrycznymi kołami określającymi wielkości składowych plamki (1), perifovea (2), parafovea (3), fovea (4)

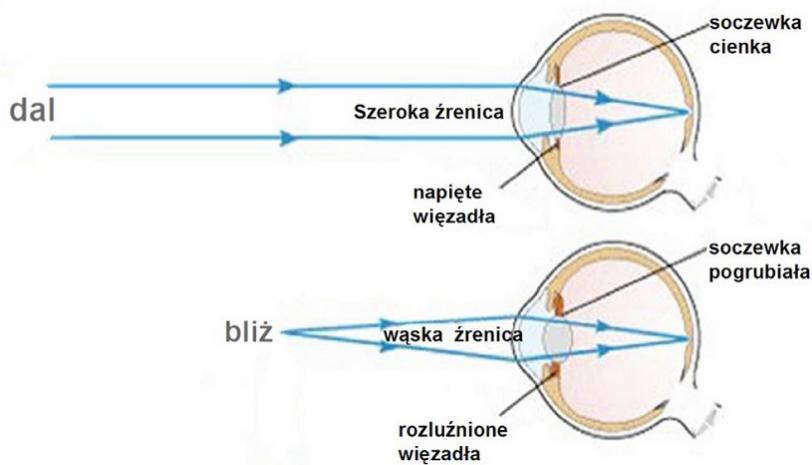


Rycina 1.5. Gęstość fotoreceptorów czopkowych i pręcikowych w siatkówce

Źródło: opracowanie własne.

sportowców nie widzi przedmiotów z wysoką rozdzielczością. Konsekwencją różnych właściwości fizycznych receptorów czopkowych i pręcikowych jest ich widzenie: czopki w dołku odpowiadają za widzenie szczegółów, widzenie barwne; obwodowa siatkówka zawierająca głównie pręciki jest odpowiedzialna za detekcję ruchu i widzenie w niskich natężeniach oświetlenia.

Zmiany w ogniskowaniu przedmiotów są potrzebne, gdy obiekt zmienia położenie w przestrzeni (od dali do bliży i odwrotnie). Jest to możliwe dzięki procesowi akomodacji (ryc. 1.6) – mechanizmowi umożliwiającemu widzenie z różnych odległości. W mechanizmie akomodacji bierze udział centralny układ nerwowy, źrenica oraz mięśnie rzęskowe, których zmiana napięcia przekłada się na zmiany krzywizny soczewki, w konsekwencji zmiany mocy załamującej układu optycznego oka. Obniżenie mocy akomodacyjnej następuje między 40 a 50 rokiem życia i określane jest jako presbyopia. Plastyczność akomodacyjna jest potrzebna w uprawianiu praktycznie wszystkich dyscyplin sportu wymagających szybkiej zmiany ogniska z dali do bliży i odwrotnie.

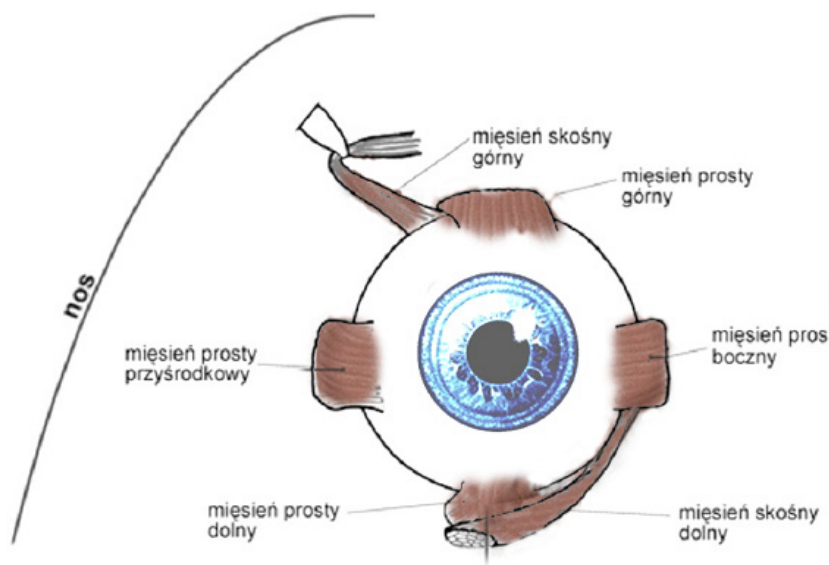


Rycina 1.6. Akomodacja (gdy oko patrzy na bliski przedmiot, wymiar przednio-tylny soczewki się powiększa)

Źródło: opracowanie własne.

Widzenie obuoczne umożliwiające widzenie przestrzenne jest koordynowane w centralnym układzie nerwowym. Wymaga sprawnego działania systemu poruszającego gałkami ocznymi współpracującego nierozzerwalnie z ruchami

głowy i szyi oraz systemem kontroli równowagi (np. aparat przedsionkowy). Gałki oczne są poruszane przez sześć mięśni (4 proste i 2 skośne) (ryc. 1.7).



Rycina 1.7. Przyczepy mięśni zewnętrznych oka (4 mięśnie proste, 2 skośne)

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 1.2 przedstawiono funkcje i unerwienie mięśni poruszających gałką.

Tabela 1.2. Funkcje i unerwienie mięśni poruszających gałką

Mięsień	Czynność	Unerwienie
Mięsień prosty górny	podnoszenie, rotacja do wewnątrz, przywodzenie	nerw okoruchowy (III)
Mięsień prosty dolny	opuszczanie, rotacja do zewnątrz, przywodzenie	nerw okoruchowy (III)
Mięsień prosty przyśrodkowy	przywodzenie	nerw okoruchowy (III)
Mięsień prosty boczny	odwodzenie	nerw odwodzący (VI)
Mięsień skośny górny	rotacja do wewnątrz, obniżenie, odwodzenie	nerw błokkowy (IV)
Mięsień skośny dolny	rotacja do zewnątrz, podnoszenie, odwodzenie	nerw okoruchowy (III)

Źródło: opracowanie własne.

System mięśniowy pozwala oczom fiksować przedmioty w obrębie kolistego obszaru o średnicy równej około 100 stopni kątowych (Williams i wsp. 1999).

Nerw wzrokowy

Nerw wzrokowy (II nerw czaszkowy) przebiega od siatkówki do skrzyżowania wzrokowego (ryc. 1.1). W każdym nerwie wzrokowym przebiega od około 0,8 do 1,5 miliona (różnice osobnicze) włókien nerwowych, które są aksonami komórek zwojowych siatkówki. Jest on otoczony oponami mózgowo-rdzeniowymi (twardą, pajęczynówką, miękka) (Fitzgerald 2008). Funkcja nerwu wzrokowego polega na transmisji wszystkich informacji wzrokowych takich jak percepcja jasności, barw, kontrastu, ostrości wzroku, a także impulsów wzrokowych odpowiedzialnych za zwężenie źrenicy pod wpływem światła oraz akomodację.

Pasmo wzrokowe

Pasmo wzrokowe (ryc. 1.1) (Felten i wsp. 2007) rozciąga się od skrzyżowania wzrokowego do ciała kolankowatego bocznego (prawego – prawe pasmo wzrokowe i analogicznie do lewego ciała kolankowatego bocznego – lewe pasmo wzrokowe). Pasmo wzrokowe tworzą aksony (wypustki osiowe) komórek zwojowych siatkówki, które podążają do podkorowego ośrodka wzroku – ciała kolankowatego bocznego. Komórki zwojowe siatkówki wraz z wypustkami stanowią trzeci neuron drogi wzrokowej (pierwszym są czopki i pręciki, a drugim komórki dwubiegunowe siatkówki). Ponieważ w obrębie skrzyżowania wzrokowego przechodzą na stronę przeciwną wypustki komórek zwojowych przyśrodkowych połówek siatkówki (a więc odpowiedzialnych za boczne, czyli skroniowe połowy pola widzenia lewego i prawego oka, gdyż na siatkówce powstaje obraz rzeczywisty odwrócony), w paśmie wzrokowym znajdują się już tylko wypustki z prawej (lewe pasmo) lub lewej (prawe pasmo) połowy pola widzenia obu oczu. Funkcja pasma wzrokowego polega na przenoszeniu informacji z siatkówki dotyczącej całego pola widzenia.

Ciało kolankowate boczne

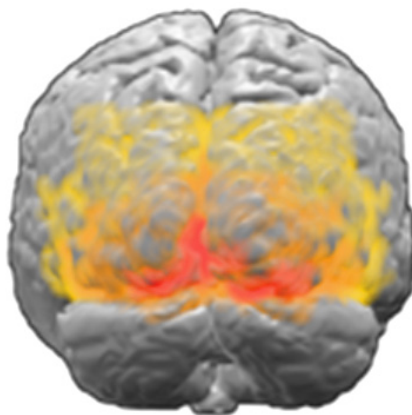
Ciało kolankowate boczne (ryc. 1.1) (Kaufman i wsp. 2003) to parzysta struktura uwypuklająca się na dolnej powierzchni międzymózgowia. Wewnątrz ciała kolankowatego bocznego znajduje się jądro o warstwowej budowie. Jądro zbudowane jest z sześciu warstw: dwóch wielkokomórkowych (ang. *magnocellular layers*) i czterech drobnokomórkowych (ang. *parvocellular layers*). Między nimi znajdują się jeszcze warstwy pyłkokomórkowe (ang. *koniocellular layers*). Ciało kolankowate boczne jest nie tylko zwykłą stacją przekaźnikową informacji wzrokowych z siatkówki, lecz także centrum przetwarzania informacji zwrotnych z kory wzrokowej i warstw podkorowych.

Promienistość wzrokowa

Promienistość wzrokowa (ryc. 1.1) (Kaufman i wsp. 2003) jest utworzona przez aksony czwartego neuronu drogi wzrokowej (komórki głównego jądra ciała kolankowatego bocznego), kończące się w pierwszorzędowej korze wzrokowej leżącej dookoła bruzdy ostrogowej płata potylicznego. Funkcja jej polega na przekazywaniu informacji wzrokowych z ciała kolankowatego bocznego do kory wzrokowej.

Kora wzrokowa

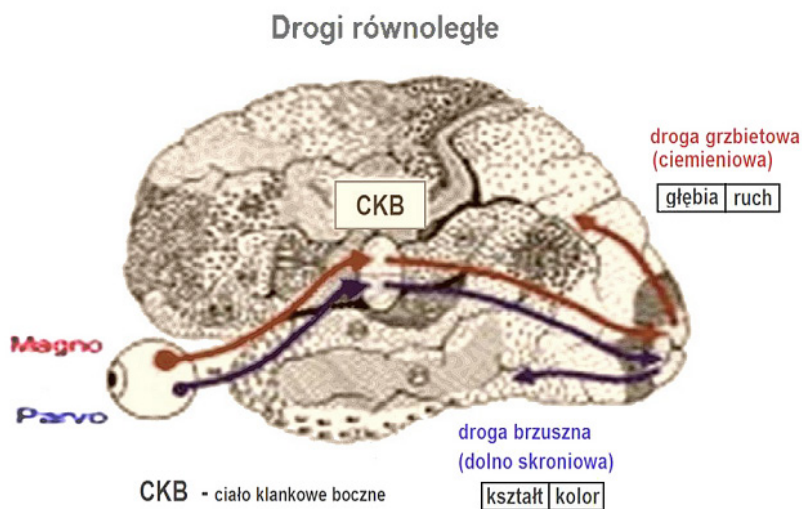
Kora wzrokowa (ryc. 1.1, 1.8) (Kaufman i wsp. 2003) jest odpowiedzialna za odbiór wrażeń wzrokowych i stanowi ostatni element drogi wzrokowej. Do pola 17 (pierwotna kora wzrokowa) dochodzą włókna nerwowe promienistości wzrokowej, które przewodzą impulsy nerwowe z siatkówki obojga oczu. Do kory wzrokowej zalicza się także asocjacyjna kora wzrokowa (pole 18 i 19). Otrzymuje impulsy z pola 17 i jest odpowiedzialna za analizę bodźców wzrokowych oraz kojarzenie tych bodźców z innymi pochodzącymi z innych ośrodków mózgu.



Pola Brodmanna: 17 – pierwszorzędowa kora wzrokowa (czerwone), 18 (pomarańczowe), 19 (żółte)

Rycina 1.8. Lokalizacja pól Brodmanna na powierzchni górnobocznej półkuli mózgu

Źródło: opracowanie własne.



Rycina 1.9. Przebieg drogi olbrzymiokomórkowej i drobnokomórkowej w centralnym układzie nerwowym

Źródło: opracowanie własne.

Funkcja pierwszorzędowej kory wzrokowej polega na dystrybucji wszystkich informacji wzrokowych przekazywanych do innych struktur kory. Jej neurony są wrażliwe na kierunek ruchu, kolor, kontrast, kształt i dominację oczną.

Z badań neuroanatomicznych wiadomo, że przekazywanie informacji z siatkówki do kory mózgowej odbywa się dwiema drogami: olbrzymiokomórkową (ang. *magnocellular pathway*) i drobnokomórkową (ang. *parvocellular pathway*) (Merigan i wsp. 1993) (ryc. 1.9; tab. 1.3a, 1.3b, 1.3c).

W tabelach 1.3a, 1.3b, 1.3c przedstawiono niektóre mechanizmy widzenia centralnego i obwodowego w odniesieniu do drogi olbrzymio- i drobnokomórkowej, istotne w uprawianiu sportu (Trachtman i wsp. 1993).

Tabela 1.3a. Dołkowe (ogniskowe) i obwodowe mechanizmy widzenia i zdolności wzrokowych

Obwodowe widzenie	Obwodowe/magno
Czas reakcji	Obwodowe/magno
Jasność obiektu	Dołkowe/parvo
Zdolność do skupienia wzroku na obiekcie	Obydwa
Zdolność do zmiany skupienia wzroku z jednego obiektu na drugi	Dołkowe/parvo
Zdolność do skupienia wzroku na obiekcie w przestrzeni	Dołkowe/parvo
Obuoczne/jednooczne	Dołkowe/parvo
Zdolność koordynacji widzenia z innymi zmysłami	Obwodowe/magno
Zdolność do dokonania oceny struktury obiektów	Dołkowe/parvo
Zdolność do oceny głębi	Dołkowe/parvo

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 1.3b. Charakterystyka widzenia dołkowego (ogniskowego) i obwodowego

Dołkowe	Obwodowe
Świadome	Podświadome
1–2 Centralne stopnie	Całe pole widzenia
Wysoka częstotliwość przestrzenna	Niska częstotliwość przestrzenna
Identyfikacja (co to jest?)	Lokalizacja (gdzie to jest?)
Kontrola dużych ruchów	Kontrola delikatnych ruchów
Jasne światło	Przyciemnione światło

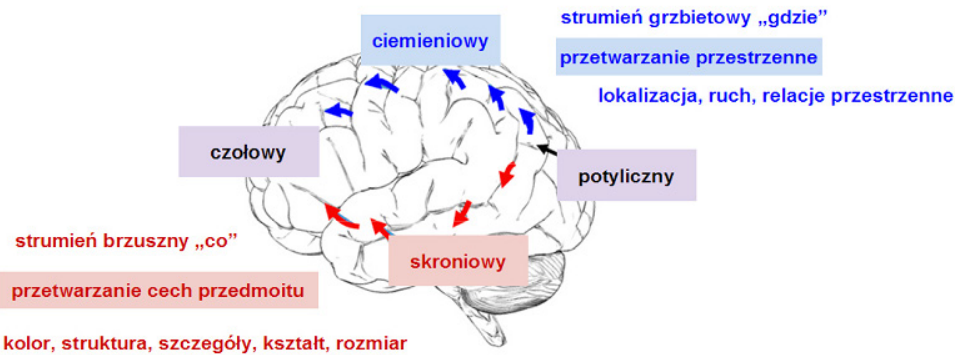
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 1.3c. Charakterystyka drogi olbrzymiokomórkowej (magno) i drobnokomórkowej (parvo)

Magno	Parvo
Obwodowa	Centralna
Niepoznawcza	Poznawcza
Głębia	Struktura
Ruch	Kształt
Brak koloru	Czułość barw
Niska luminacja	Wysoka luminacja
Duże pola recepcyjne	Małe pola recepcyjne
Wysoka czułość kontrastowa	Niska czułość kontrastowa
Niska częstotliwość przestrzenna	Wysoka częstotliwość przestrzenna
Odpowiedź szybka	Odpowiedź wolniejsza
Odpowiedź przejściowa	Odpowiedź trwała

Źródło: opracowanie własne.

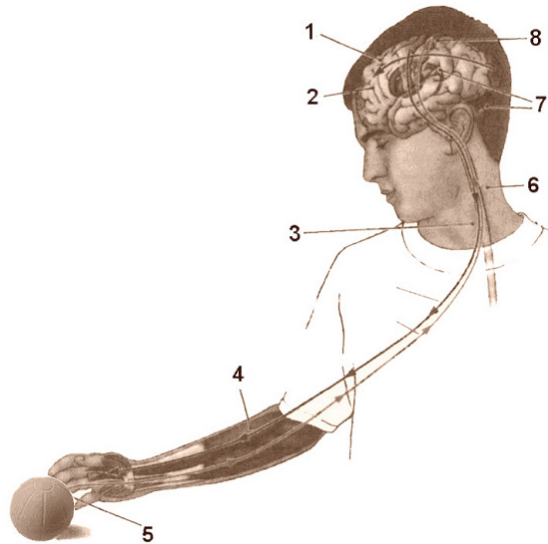
Wykazano (Milner i wsp. 1995), że w korze mózgowej istnieją dwie drogi przetwarzania informacji wzrokowych. Strumień wzrokowy brzuszny (droga dolnoskroniowa) odgrywa główną rolę w rozpoznaniu obiektu, strumień grzbietowy (droga ciemieniowa) szczególnie kontroluje ruch obiektu. Obydwie drogi przetwarzania wzrokowego ściśle współpracują ze sobą (ryc. 1.10).



Rycina 1.10. Dwie drogi przetwarzania informacji wzrokowych z zaznaczeniem ich funkcji

Źródło: opracowanie własne.

Kontrola wzrokowo-motoryczna jest procesem, w którym informacja wzrokowa jest użyta do kierowania i kontroli ruchów. Na rycinie 1.11 przedstawiono główne etapy kontroli wzrokowo-motorycznej (Kolb i wsp. 2001).



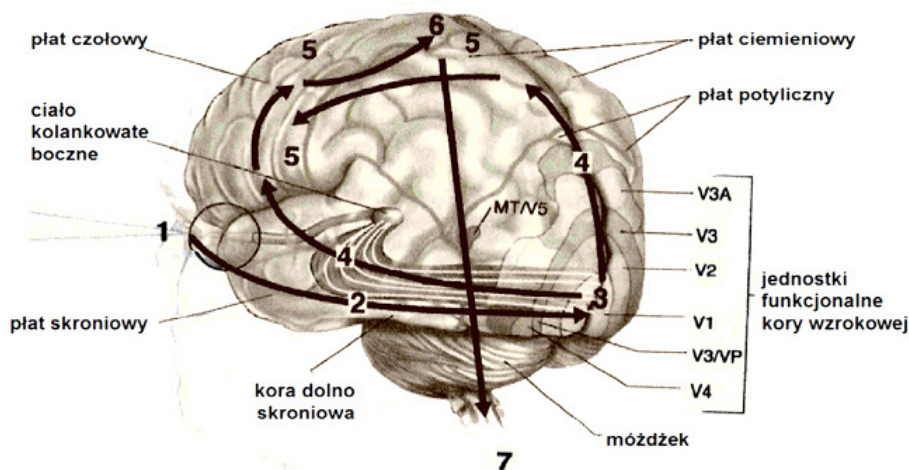
Rycina 1.11. Główne etapy kontroli wzrokowo-motorycznej

Źródło: opracowanie własne.

Kontrola wzrokowo-motoryczna to proces, w którym informacja wzrokowa jest użyta do kierowania i kontroli ruchów. Główne jej etapy (1–8) są podsumowane na rycinie 1.11. Pierwszy krok (1) to lokalizacja piłki za pomocą oczu i jej fiksacja w celu rejestracji kształtu, rozmiaru, odległości. Ta informacja jest przekazana z siatkówki do płatów potylicznych, a następnie drogą skroniową i ciemieniową do płata czołowego (2), gdzie zostają określone polecenia ruchu. Potem polecenia ruchu (3) zostają przekazane do głównych, neuronalnych obszarów kontroli motorycznej zlokalizowanych na szczycie głowy (pierwotna kora motoryczna, dodatkowe obszary kory motorycznej). Następnie polecenia ruchu kierują się do rdzenia kręgowego (4), a stąd do mięśni ramion i rąk. Receptory czuciowe na palcach i dłoni (5) wysyłają informację czuciową (piłka została złapana) poprzez ramię i rdzeń kręgowy do kory motorycznej i płata czołowego (6). Inne regiony mózgu, jak jądra podstawne i mózdzek (7), modułują kontrolę ruchu, czyniąc ją bardziej precyzyjną. W ostatnim etapie (8) kora czuciowa

otrzymuje informację, że piłka została chwycona, a osoba jest przygotowana do następnego ruchu.

Na rycinie 1.12 ukazano całościowe ujęcie dróg wzrokowych wykorzystywanych w kontroli motorycznej.



Rycina 1.12. Drogi wzrokowe – kontrola motoryczna (Vickers 2007)

Źródło: opracowanie własne.

W kontroli wzrokowo-motorycznej są zaangażowane prawie wszystkie części mózgu. Droga wzrokowa (1) zaczyna się, gdy informacja jest zarejestrowana w siatkówce oka (system centralny i obwodowy). Następnie jest przenoszona przez nerw wzrokowy i pozostałe elementy drogi wzrokowej (2) do wzrokowej kory potylicznej (3). Kora wzrokowa składa się z obszarów od V1 do V5. Każdy z tych obszarów jest wyspecjalizowany do przetwarzania różnych sygnałów wzrokowych. Obszar V1 jest dystrybutorem prawie wszystkich informacji wzrokowych. Stąd informacje są rozprowadzane do innych obszarów wzrokowych w celu ich dalszych przetworzeń (V2, V3/VP, V3A, V4, MT/V5). Następnie strumieniem grzbietowym i brzuszным (4) informacje są przenoszone do płata ciemieniowego i skroniowego. W płacie czołowym dochodzi do integracji informacji (5). Tu z kolei informacje są przekazywane do kory motorycznej (6) na szczycie głowy, po czym biegną do rdzenia kręgowego i do efektorów (7).

Podsumowanie

Fizjologia dróg wzrokowych jest ciągle nie do końca poznana i stanowi temat wielu badań naukowych. Wynika to z bardzo skomplikowanych procesów bioelektrycznych zachodzących w gałkach ocznych pobudzonych światłem, w korze wzrokowej i pozostałych strukturach mózgu zaangażowanych w przetwarzanie informacji wzrokowych.

Aktualna wiedza na temat anatomii i fizjologii układu wzrokowego, kontroli wzrokowo- motorycznej wśród osób zajmujących się sportem może przyczynić się do ustalenia nowych schematów treningów wzrokowych poprawiających funkcję widzenia i sprawność sportowców.

Piśmiennictwo

- Carlson N.R., Buskist W., Enzle M.E., Heth C.D. (2010), *Psychology: The science of behaviour*, 4th Canadian ed. Toronto, ON: Pearson Education Canada, 140–141.
- Chaurasia B.D., Mathur B.B. (1976), *Eyedness*, Acta Anatomica (Basel), 96 (2), 301.
- Felten D.L., Józefowicz R., Netter F.H. (2007), *Atlas neuroanatomii i neurofizjologii Nettera*, Elsevier Urban & Partner, Wrocław.
- Fitzgerald M.J.T. (2008), *Neuroanatomia*, Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 316.
- Kaufman P.L., Alm A., Levin L.A. (2003), *Adler's physiology of the eye*, Mosby, St. Louis, 342, 641–645, 669–696.
- Kolb B., Whishaw I.Q. (2001), *An introduction to brain and behavior*, Worth Publishers, New York.
- Krauzlis R.J. (2004), *Recasting the smooth pursuit eye movement system*, Journal of Neurophysiology, 91, 591–603.
- Land M.F., Fernald R.D. (1992), *The evolution of eyes*, Annual Review of Neuroscience, 15, 1–29.
- Merigan W.H., Maunsell J.H. (1993), *How parallel are the primate visual pathways?*, Annual Review of Neuroscience, 16, 369–402.
- Milner A.D., Goodale M.A. (1998), *The visual brain in action*, Oxford Psychology Series, No. 27, Oxford University Press, Oxford.
- Planer P.M. (1994), *Sports vision manual*, International Academy of Sports Vision, Harrisburg.

- Rucci M., Iovin R., Poletti M., Santini F. (2007), *Miniature eye movements enhance fine spatial detail*, *Nature*, 447, 851–854.
- Rucci M., Victor J.D. (2015), *The unsteady eye: An information processing stage, not a bug*, *Trends in Neurosciences*, 38(4), 195–206.
- Trachtman J.N., Kluka D.A. (1993), *Future trends in vision as they relate to peak performance in sport*, *International Journal of Sports Vision*, 1–7.
- Vickers J.N. (2007), *Visual system, motor control, and the changing brain*, w: *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*, *Human Kinetics*, 17–31.
- Williams A.M., Davids K., Williams J.G. (1999), *The visual system hardware: Sport functional properties*, w: *Visual perception and action in sport*, Taylor & Francis, London, 60–93.

2. Mechanizmy przetwarzania informacji wzrokowej w działaniach motorycznych

Piotr Lesiakowski

Działania motoryczne w dużym stopniu są uzależnione od prawidłowego funkcjonowania procesów związanych z odbiorem i sprawnością przetworzenia informacji odbieranych przez człowieka zarówno ze środowiska zewnętrznego, jak i wewnętrznego. W sytuacjach walki sportowej szybkość oraz trafność realizacji zadań motorycznych często determinują wynik sportowy.

Przetwarzanie różnorodnych bodźców odbieranych przez człowieka jest możliwe poprzez sprawne funkcjonowanie układów sensorycznych, tj. słuchu, smaku, dotyku, wzroku, węchu, równowagi. Fakt, że około 85% informacji dociera do człowieka za pośrednictwem narządu wzroku (Dodwell 2005), wskazuje na istotne znaczenie efektywności jego funkcjonowania w realizacji wielu zadań motorycznych podczas aktywności sportowej. Według McCormicka i Sanderisa (1982) odbiór i przetwarzanie bodźców wzrokowych u sportowców podczas zawodów odbywa się przy udziale dwóch współpracujących ze sobą systemów. Z jednej strony dokonuje się analizy szczegółowych informacji wzrokowych o charakterze statycznym (widzenie skupione), z drugiej strony są analizowane postrzegane kolory, kształty, zmiany kierunku i czasu poruszających się obiektów (widzenie dynamiczne).

W ciągu wielu lat wyodrębniono kilka schematów charakteryzujących przetwarzanie informacji sensorycznych towarzyszących realizacji zadania motorycznego. W tym miejscu należy jednak zaznaczyć, że obserwacja procesów zachodzących za pośrednictwem systemów sensomotorycznych człowieka nie jest możliwa w sposób bezpośredni. Można ją natomiast badać, wykorzystując czas

trwania poszczególnych etapów przetwarzania informacji, poczynając od zadziałania bodźca do zakończenia działania motorycznego. Jednym z pierwszych obserwatorów tych zjawisk był Donders (1898), który założył, że najprostszym percepcyjnym zadaniem zakończonym ruchem jest detekcja bodźca. W badaniach eksperymentalnych analizował działanie kilku bodźców, z których należało zareagować jedynie na jeden z pojawiających się sygnałów. W czasie badań zaobserwował występowanie działań rozpoznających bodźce, inaczej identyfikujących. Czas trwania takich procesów był wydłużony podczas reagowania na bodźce złożone. Różnicę między czasem reakcji prostej a reakcji z wyborem określono mianem czasu niezbędnego do rozpoznania oraz dokonania wyboru odpowiedzi. Zgodnie z powyższą hipotezą przetwarzanie informacji miało następować w wyniku przebiegu szeregu nienachodzących na siebie stadiów.

Podzielając poglądy Dondersa (1898) polegające na szeregowaniu procesów percepcyjnych (metoda odejmowania bodźców), Sternberg (1998) rozwinął przyjęte założenia teoretyczne. Rozważania na temat kolejnych etapów przetwarzania informacji sensorycznej oparł na metodzie czynników addytywnych, której założeniem było istnienie czynników związanych z przebiegiem wyodrębnionych etapów przetwarzania informacji. W zależności od interakcji z poszczególnymi stadiami przetwarzania informacji można wyróżnić sytuację, gdy dwa czynniki wpływają na czas reakcji, będąc jednocześnie w interakcji między sobą. Sytuacja taka sugeruje, że wpływają one na to samo stadium przetwarzania informacji sensorycznej. Jeśli natomiast ich oddziaływanie jest niezależne, uważa się, że kierunek ich wpływu jest rozgałęziony między dwa etapy przebiegu przetwarzania informacji (Sternberg 1998). Korzystając z powyższych informacji, Sanders (1998) wyróżnił następujące etapy przebiegu przetwarzania informacji: etap percepcyjny, który obejmuje wstępne przetwarzanie bodźca, ekstrakcję cech, identyfikację bodźca; etap odpowiedzi motorycznej, na który składają się selekcja odpowiedzi, programowanie ruchu oraz dostosowanie motoryczne. W swoich pracach wyodrębnił również czynniki mające bezpośredni wpływ na procesy przebiegu procesów reakcji: intensywność bodźca, właściwość bodźca, kompatybilność (bodziec–odpowieź) oraz niepewność momentu pojawienia się bodźca.

Jeszcze inne spojrzenie na temat organizacji przebiegu procesu sensomotorycznego przedstawił Van der Molen i wsp. (1991). W swoim modelu autorzy wyróżnili trzy etapy percepcyjne, podczas których odbywa się wstępne przetwarzanie bodźca, analiza cech oraz identyfikacja bodźca, etap centralny, czyli wybór odpowiedzi, i dwa etapy motoryczne (programowanie motoryczne, dostosowanie motoryczne).

Modelem będącym perspektywą kognitywno-psychologiczną, przedstawiającym hierarchiczną strukturę wewnętrznych procesów przetwarzania informacji sensomotorycznych jest schemat zaproponowany przez Schmidta (1988). Przedstawia on kolejne etapy przebiegu informacji, wyjaśniając jednocześnie istotę organizacji i kontroli aparatu ruchowego człowieka przez ośrodkowy układ nerwowy. W swojej koncepcji wyodrębnił trzy etapy, w których zachodzi proces przetworzenia odebranych informacji. Pierwszym z nich jest identyfikacja bodźca, gdy następuje selekcja oraz analiza odebranych bodźców. Badania przeprowadzone wśród sportowców wskazują na istnienie zależności między doświadczeniem sportowym a efektywnością procesów sensomotorycznych, charakteryzowanych czasem między pojawieniem się bodźca a wykonaniem prawidłowej czynności ruchowej (Williams, Burwitz 1993; Starkes, Ericsson 2003). Zawodnicy o długim stażu treningowym potrafią bowiem odrzucać zbędne informacje, a postrzegać bodźce pozwalające na szybszą reakcję w porównaniu do zawodników początkujących. Na przykład Starkes i Ericsson (2003) w swoich badaniach zauważyli, że doświadczeni tenisисти podczas etapu identyfikacji bodźca zwracają uwagę na wstępne ruchy oraz napięcia mięśniowe kończyny górnej, dzięki czemu ich reakcja na zagrania przeciwników jest szybsza. Podobny wpływ poziomu sportowego na długość czasu potrzebnego do dokonania oceny sytuacji i wyboru odpowiedzi zaobserwowano w badaniach prowadzonych wśród piłkarzy nożnych (Williams, Burwitz 1993). W eksperymencie analizowano szybkość, poprawność oraz dokładność identyfikacji zachowań zawodników podczas stałego fragmentu gry, tj. rzutu karnego. Na podstawie oceny sytuacji meczowej podczas zatrzymania projektowanego filmu prezentującego wykonanie rzutu karnego stwierdzono szybszą oraz dokładniejszą reakcję zawodników reprezentujących wyższy poziom sportowy, poparty dłuższym stażem treningowym.

Kolejnym etapem przetwarzania informacji jest wybór odpowiedzi, gdy zawodnik ma za zadanie podjąć decyzję określającą rodzaj odpowiedzi motorycznej. Jednym ze sposobów pomiaru długości czasu potrzebnego na podjęcie decyzji jest badanie czasu reakcji z wyboru, w którym różnym bodźcom jest przyporządkowany inny rodzaj reakcji osoby poddanej badaniu. W tym przypadku wybór odpowiedzi motorycznej odbywa się przy udziale procesów selekcji. Ważnym czynnikiem wpływającym na skuteczność przebiegu procesów sensomotorycznych z kolei jest liczba bodźców, na które wymagana jest reakcja. Według teorii głoszonej przez Hicka (1952) zwiększająca się liczba bodźców znacznie wydłuża czas odpowiedzi. Autor założył również, że ilość transmitowanych informacji w zadaniach reakcji z wyborem ulega zmniejszeniu w sytuacjach zróżnicowanej

częstotliwości bodźców, uwidocznionej skłonności do następowania sygnałów po sobie, powtarzalności określonej sekwencji sygnałów oraz popełnianych błędów przez osobę poddaną badaniu.

Następstwem wyboru odpowiedzi staje się w kolejnym etapie realizacja zadania motorycznego. Etap programowania odpowiedzi jest bowiem momentem, w którym na podstawie wcześniej przetworzonych informacji dochodzi do aktywacji aparatu mięśniowego. O kompleksowości tego procesu świadczą badania dotyczące potencjałów rejestrowanych w trakcie pracy mięśni, inaczej sygnał elektromiograficzny (EMG). Badania prowadzone między innymi przez Borysiuka i wsp. (2004) wskazują na potrzebę dłuższego czasu programowania odpowiedzi w przypadku zadań motorycznych o dłuższej strukturze czasowej.

Jednym z tradycyjnych modeli teoretycznych charakteryzujących proces przetwarzania informacji w czasie działań motorycznych jest koncepcja początkowo zaproponowaną przez Welforda (1960), a dalej rozwijana przez Pashlera (1996). Koncepcja Pashlera (1996) pozwala na zrozumienie działania mechanizmów sensomotorycznych zachodzących w czasie działań motorycznych sportowca oraz wskazuje na ich uwarunkowania. Według omawianego modelu realizacja działania motorycznego jest wynikiem współpracy trzech mechanizmów, kolejno zachodzących w procesie sensomotorycznym. Są nimi: mechanizm percepcyjny, mechanizm decyzyjny oraz mechanizm efektorowy.

Mechanizm percepcyjny w głównej mierze jest odpowiedzialny za wykrywanie i rozpoznanie bodźców (detekcja) otrzymanych z receptorów sensorycznych oraz wybór właściwych spośród nich (selekcja), niezbędnych do wykonania danego działania motorycznego. Receptory sensoryczne, których rolą jest odbiór wszystkich informacji z różnych środowisk, można podzielić na receptory odbierające informacje z zewnętrznego środowiska, czyli eksteroreceptory, oraz te skupiające się na odbiorze informacji zawartych w środowisku wewnętrznym (interoreceptory).

Na poziomie mechanizmu percepcji odebrane informacje są poddane ocenie wielokierunkowo. Pierwsza jest ocena wizualna, związana ze zdolnością do odbierania informacji o obiekcie w zależności od jego statusu ruchowego. Wyróżnia się tu ostrość wzroku statyczną (SVA – ang. *static visual acuity*) oraz dynamiczną (DVA – ang. *dynamic visual acuity*). Kolejna jest sfera głębi widzenia związana z oceną dystansu dzielącego od celu oraz widzeniem przestrzennym. Ponadto w mechanizmie percepcji ocenie podlegają również zdolność do utrzymania wzroku na poruszającym się obiekcie oraz widzenie peryferyjne (Erickson 2007).

Informacje przetworzone oraz zinterpretowane w toku procesów percepcyjnych są następnie poddane mechanizmowi decyzyjnemu. W jego kompetencji znajduje się formowanie strategii i wybór odpowiedzi, a działanie wymaga zdolności do wyboru istotnych informacji, ich interpretacji na podstawie doświadczenia i zasobów pamięci czynnościowej oraz wyboru najlepszego rozwiązania z uwzględnieniem planu działania wynikającego często z antycypacji zachowań ruchowych. W wyniku procesów decyzyjnych następuje mechanizm przetwarzania informacji na sygnał aktywujący aparat ruchowy (organizacja odpowiedzi), koordynujący jego czynności z precyzją i w odpowiednim czasie (kontrola motoryczna).

Pomimo sekwencyjności powyższych mechanizmów przetwarzane informacje są na bieżąco regulowane przez system informacji zwrotnych. Oddziałują one na przebieg mechanizmów sensomotorycznych zarówno poprzez dostarczanie informacji wewnętrznych, jak i pochodzących ze środowiska zewnętrznego. Na manipulację oraz modyfikację treści, w zależności od przeszłych doświadczeń oraz bieżącej sytuacji, pozwala ponadto pamięć operacyjna.

Mechanizm percepcyjny

W procesie odbierania informacji ze środowiska zewnętrznego jedną z głównych ról odgrywają procesy związane z funkcjonowaniem narządu wzroku. Właściwym narządem odbiorczym jest natomiast warstwa nerwowo-nabłonkowa siatkówki oka, którą stanowią receptory właściwe, czyli fotoreceptory, w postaci czopków i pręcików.

Aby doszło do rozpoznania (deteckji) bodźca, niezbędna jest określona, minimalna intensywność bodźca nazywana dolnym progiem wrażliwości sensorycznej. Nie może być jednak wyższa niż tzw. górny próg wrażliwości, powyżej którego wszelkie reakcje związane z odbiorem bodźca będą niemożliwe. Bodziec o odpowiedniej intensywności wywołuje w komórce nerwowej reakcję depolaryzacji błony komórkowej, rozpoczynając procesy związane z drogą impulsu do ośrodkowego układu nerwowego.

Bodźce wzrokowe, jakie są odbierane przez oko ludzkie, mają postać fal elektromagnetycznych o różnej długości, od około 350 do około 700 nm (Kałat 2007). Pod wpływem fali świetlnej, przechodzącej w pierwszej kolejności przez układ optyczny oka, dochodzi w nich do przemian chemicznych i depolaryzacji

blony komórkowej. Mimo że pręciki są bardzo wrażliwe na światło oraz że jest ich około dwudziestokrotnie więcej niż czopków, w odbieranym za ich pomocą obrazie brak jest ostrości. Przyczyną tego stanu jest fakt przewodzenia przez jeden akson impulsu nerwowego wywołanego pobudzeniem większej liczby fotoreceptorów. Funkcja czopków sprowadza się do widzenia fotonowego. Ich zawartość różni je od pręcików występowaniem trzech rodzajów białka, dzieląc komórki czopkowe na pochłaniające promienie niebieskie, zielono-żółte i pomarańczowo-czerwone. Każdy z nich, pochłaniając fale świetlne, jest najbardziej wrażliwy na określone ich natężenie (długość fali). W momencie kiedy zostaną pobudzone dwa rodzaje komórek czopkowych, dochodzi do widzenia barw pośrednich (Traczyk 1989). Oświetlenie fotoreceptorów skutkuje powstaniem hiperpolaryzacyjnego potencjału pobudzającego bądź hamującego komórki zwojowe siatkówki. Do każdej z nich wysyłana jest bowiem informacja z nachodzących na siebie określonych obszarów siatkówki nazywanych polami recepcyjnymi. Gdy część środkowa pola recepcyjnego wykazuje reakcję ON (pobudzenie pod wpływem oświetlenia), reakcja jego części obwodowej jest zazwyczaj hamująca, czyli OFF. Możliwa jest również sytuacja odwrotna. W tym momencie istotny staje się fakt nachodzenia na siebie pól recepcyjnych różnych komórek zwojowych, co prowadzi do zmiennych reakcji tych komórek pod wpływem oświetlenia jednego punktu siatkówki. Poruszający się bodziec wzrokowy, będąc w polu widzenia, może bowiem raz oświetlać, a raz hamować oświetlenie różnych części kolejnych pól recepcyjnych. Powyższy zmieniający się sposób reakcji komórek zwojowych uznaje się za podstawę percepcji ruchu (Sadowski 2007).

Impuls nerwowy powstały w komórkach zwojowych przewodzony jest dalej do ciała kolankowatego bocznego, skąd z warstw wielokomórkowych i drobno-komórkowych zostaje przekazany przez promienistość wzrokową do kory mózgu w płacie potylicznym. W pierwszej kolejności impuls tworzący informację wzrokową jest przetwarzany w 17 polu Brodmanna (pierwszorzędowa kora wzrokowa V1). Konstruowanie oraz integracja danych z informacjami pochodzącymi z innych zmysłów (asocjacja) jest kolejnym etapem przebiegu informacji wzrokowej następującym w korze drugorzędowej V2 (18 pole Brodmanna) oraz trzeciorzędowej V3 (19 pole Brodmanna). Następnie informacja wzrokowa rozdziela się na strumień biegnący do płata skroniowego V4 (strumień brzuszny) analizującego takie własności, jak kształt, kolor i wielkość oraz strumień kierujący się do płata ciemieniowego V5 (strumień grzbietowy) przetwarzającego informację przestrzenną, czyli lokalizację (Pasupathy, Connor 2002).

Uzyskanie obrazu w formie trójwymiarowej, a w efekcie dalsza identyfikacja bodźca odbywa się przy udziale percepcji wzrokowej w obszarze drogi siatkówkowo-kolankowato-korowej mózgu (Daw 2006). Aby do tego doszło, bezwzględne jest pojawienie się obiektu w obszarze nazywanym polem widzenia, z którego padający obraz obejmuje całą siatkówkę. Z właściwościami pola widzenia związane jest natomiast zjawisko nazywane widzeniem stereoskopowym, inaczej przestrzennym. Wynika ono z zachodzących na siebie pól widzenia obu oczu. W tej sytuacji obserwowane obiekty będące we wspólnym obszarze pobudzają obie siatkówki. A ponieważ obserwowany obiekt widziany jest przez każde z oczu pod różnym kątem, na obu siatkówkach powstają różnice w jego obrazie. To zjawisko uznaje się za fundament trójwymiarowości widzenia oraz zdolności oceny odległości (Sadowski 2007). Widzenie stereoskopowe oraz związane z nim parametry nabierają szczególnego znaczenia w aktywności sportowej. Świadczą o tym liczne, choć niejednoznaczne co do uzyskanych wyników badania ogólne czynności wzroku wśród sportowców (Ward i wsp. 2000; Jafarzadehpur, Yarigholi 2004). Na przykład Ward i wsp. (2000) nie zaobserwowali znaczących różnic w poziomie podstawowych parametrów wzroku (ostrość wzroku statyczna i dynamiczna, głębina stereoskopowa, widzenie peryferyjne) w grupie piłkarzy nożnych zróżnicowanych pod względem stażu treningowego. Natomiast Helsen i Starkes (1999) wykazali zależność między ogólnymi parametrami funkcji wzroku a charakterystycznymi piłkarskimi umiejętnościami percepcyjnymi, wykorzystując w analizie ocenę szybkości ruchu gałek ocznych. Autorzy stwierdzili, że piłkarze nożni o najwyższym poziomie sportowym wykazują się szybszym oraz dokładniejszym podjęciem decyzji w sytuacjach symulujących grę niż mniej doświadczeni zawodnicy.

Pojawienie się obiektu w miejscu nałożenia się pola widzenia najczęściej wiąże się z odpowiednim ustawieniem aparatu ruchowego oka. Okazuje się zatem, że w procesie wstępnego odbierania informacji istotne znaczenie ma również zdolność do utrzymania fiksacji i szybkość ruchów gałek ocznych. W działaniach motorycznych, kiedy poruszający się obiekt (np. piłka) pojawia się w peryferyjnej części pola widzenia, trudne do określenia stają się elementy charakteryzujące jego efektywne postrzeganie. Odbierany obraz jest bowiem pozbawiony odpowiedniej ostrości. Możliwość poruszania gałkami ocznymi pozwala natomiast na postrzeganie obiektu w centralnej części pola widzenia, gdzie precyzyjność oceny postrzeganego obiektu jest dużo większa. Z badań wynika, że sportowcy charakteryzują się lepszymi rezultatami w zakresie rozpoznawania przedmiotów z peryferyjnych obszarów pola widzenia (Muiños, Ballesteros 2014).

W przebiegu mechanizmów percepcji wzrokowej za jeden z czynników wpływających na ich skuteczność w działaniach motorycznych uznaje się zdolność postrzegania obiektów stałych i poruszających się (Erickson 2007). Ostrość wzroku statyczna (SVA) jest związana z postrzeganiem w zakresie nieporuszających się obiektów w różnej odległości (Gardner, Sherman 1995), natomiast ostrość wzroku dynamiczna (DVA) umożliwia efektywne postrzeganie celu będącego w ruchu (Cline i wsp. 1980). W sporcie zarówno SVA, jak i DVA jest istotne, zależnie od rodzaju uprawianej dyscypliny sportowej. Z badań wynika, że poziom SVA u sportowców jest wyższy w porównaniu do osób nieuprawiających sportu (Coffey, Reichow 1990; Jendrusch i wsp. 2006). W wielu dyscyplinach sportowych wymaga się również zdolności postrzegania obiektów przemieszczających się przez zawodników będących w ruchu. Te wysokie wymagania percepcyjne charakteryzują takie dyscypliny, jak zespołowe gry sportowe, tenis, squash, tenis stołowy i wiele innych (Erickson 2007). Ponadto w literaturze można odnaleźć przykłady badań wskazujących na lepsze wyniki parametrów ostrości wzroku wśród zawodników na co dzień trenujących tenis stołowy w porównaniu do osób nietrenujących (Jafarzadehpur, Yarigholi 2004), co sugeruje możliwość adaptacji w funkcji wzrokowych wyniku podejmowanej aktywności sportowej.

Proces percepcyjny jest silnie związany z parametrem intensywności bodźca oraz jego modalnością (Sanders 1998). Niektórzy badacze uważają system odpowiedzialny za percepcję obiektu o charakterze statycznym (SVA) za ściśle współdziałający z systemem dynamicznym (DVA), kiedy jednak występuje poruszanie się obiektu, decydujący jest ten drugi (McCormick, Sanders 1982).

W procesie mechanizmu percepcji istotną rolę odgrywa funkcja czułości kontrastu (CSF – ang. *contrast sensitivity function*), wpływając na ostateczną formę podjętej decyzji (Trachtman, Kluka 1993), ponieważ określa zależność percepcji kontrastu i częstotliwości przestrzennej obrazu. Częstotliwość przestrzenna jest ilością luminacji docierających do obserwatora z jednego kierunku, tj. z kierunku ocenianego obiektu. Jest to o tyle istotne, że wiele dyscyplin sportowych wymaga rozróżniania obiektów w zróżnicowanych warunkach luminacji, czyli światła odbitego od obserwowanych obiektów, docierającego do zawodnika (Coffey, Reichow 1990). Szczególnego znaczenia nabiera funkcja czułości kontrastu w przypadku tych dyscyplin sportu, w których zawodnicy często koncentrują się na obiektach w ruchu (siatkówka, piłka nożna). Badania wskazują na znacznie wyższy poziom funkcji czułości kontrastu (CSF) wśród osób trenujących baseball, badminton oraz dyscypliny wymagające bezpośredniego kontaktu z przeciwnikiem, jak koszykówka czy piłka nożna, w porównaniu do osób nietrenujących

(Jafarzadehpur i wsp. 2013; Gao i wsp. 2015). Podobne wnioski wynikają z badań przeprowadzonych przez Klukę i Love (1989). Autorki wykazały, że osoby trenujące piłkę siatkową i koszykówkę charakteryzują się wysokim profilem CSF w porównaniu do osób nietrenujących. Ponadto porównanie zawodników gier zespołowych z osobami uprawiającymi tenis ziemny wykazało wyższe parametry CSF u tych drugich.

Mechanizmy zachodzące w centralnym układzie nerwowym, zarówno w pierwszym, jak i w dalszych etapach przetwarzania informacji, są związane z aktywnością ośrodków nerwowych w postaci wytwarzania potencjałów elektrycznych. Kiedy ocenie zostają poddane czynniki funkcjonalne, mamy do czynienia z potencjałem egzogennym. Informacje o funkcji ośrodków nerwowych otrzymuje się na podstawie analizy potencjałów wywołanych, inaczej średniej elektrycznych odpowiedzi neuronów układu nerwowego poddanych działaniu bodźców (Szelenberger 2001). Wśród potencjałów wywołanych możemy wyróżnić potencjały badające funkcje wzrokowe, słuchowe oraz somatosensoryczne.

Wzrokowe potencjały wywołane (VEP – ang. *visual evoked potentials*) określają funkcję przepływu impulsu w drodze wzrokowej za pomocą parametrów amplitudy oraz latencji fal elektrycznych. Pomiaru VEP dokonuje się w okolicy ośrodków wzrokowych kory potylicznej (Palacz i wsp. 2003).

Mechanizm decyzyjny

Na skutek złożonych procesów mechanizmu percepcyjnego zachodzącego w siatkówce oka, a dalej w różnych ośrodkach wzrokowych kory mózgowej następuje kolejny etap przetwarzania informacji wzrokowej. Związany jest on z zaprogramowaniem oraz podjęciem decyzji dotyczącej wyboru optymalnej odpowiedzi motorycznej. Etap ten ściśle wiąże się z dotychczasowym doświadczeniem zdobytym podczas prowadzonych działań motorycznych warunkujących zdolności antycypacji.

Tarkka i Hallet (1990) wykazali aktywność elektryczną okolic ruchowych (4 pole Brodmanna) w płacie czołowym mózgu jeszcze przed rozpoczęciem wykonywania zadania ruchowego. Planowanie podjęcia zadania ruchowego oraz jego kontrola odbywa się przy współpracy ośrodków korowych i jąder podstawy. Są one wyraźniej aktywne w momentach podjęcia decyzji o zainicjowaniu działania. Znaczące jest tutaj jądro ogoniaste, które z uwagi na rozległą komunikację

z płatem czołowym (pola asocjacyjne) oraz innymi płatami korzysta z informacji pamięciowych, co z kolei pozwala na ustalenie sposobu wykonania ruchu. Ponadto jądro ogoniaste bezpośrednio kontroluje wykonywanie ruchów zautomatyzowanych. Po opracowaniu strategii działania oraz wyborze optymalnych rozwiązań informacja poprzez wzgórze zostaje przesłana do okolicy przedczołowej, 6 pola Brodmanna (okolica przedruchowa), w którym następuje kodowanie wzorców dla planowanych ruchów, oraz dodatkowego pola ruchowego znajdującego się w przyśrodkowej części płata czołowego (Sadowski 2007).

W badaniach bioelektrycznej czynności mózgu związanej z procesem poznawczym wielokrotnie wykorzystuje się potencjały endogenne. Jedną z najczęściej poddawanych badaniu jest fala P300, której zapis u części osób przedstawia występowanie dwóch załamków (szczytów): P3a oraz P3b. Pierwszy z nich jest nazywany wczesnym szczytem rozdzielenia o średnim czasie jego latencji wynoszącej 250–350 ms. Amplitudę tego załamka analizuje się, oceniając aktywność bioelektryczną w obszarze czołowym oraz centralnym. Przypuszcza się, że załamek P3a odpowiada za wstępne pobudzenie mózgu wywołane pojawiającym się bodźcem. Załamek P3b natomiast charakteryzuje się czasem latencji 350–700 ms, rejestracja jego amplitudy występuje w okolicy centralno-ciemiennowej, która jest odpowiedzialna za dalsze przetwarzanie bodźca oraz zapamiętywanie (Szabela 1999; Szelenberger 2001).

Higashiura i wsp. (2006), analizując latencję fali P300, uznali, że jest ona w głównej mierze odzwierciedleniem procesów poznawczych związanych z oceną, identyfikacją oraz dywersyfikacją bodźca. Według Koka (1997) amplituda fali P300 związana jest z kolei z pamięcią roboczą oraz uwagą, natomiast pojawienie się fali P300, jak wynika z literatury, świadczy o trwającym mechanizmie rozwiązywania problemu (Szelenberger 2001). Wśród czynników mających wpływ na latencję oraz amplitudę fali P300 można wyróżnić między innymi wiek, płeć, stopień skupienia uwagi, wysiłek, inteligencję, doświadczenie, zażywane leki, czas trawienia ostatniego posiłku (Szabela 1999).

W sporcie istotny dla efektywności działań motorycznych jest stopień skupienia uwagi, który w momencie podejmowania decyzji w sytuacjach meczowych jest optymalny w odniesieniu do zawodników o dłuższym stażu treningowym. Potwierdzeniem mogą być badania przeprowadzone wśród zawodników krykieta, którzy na podstawie pokazywanego na filmie toru lotu piłki mieli za zadanie jak najszybszej dokonać wyboru właściwej techniki rzutów (Taliep i wsp. 2008). Ocenie poddano latencję i amplitudę fali P300. W badaniach stwierdzono niższe wartości amplitudy oraz latencji fali P300 u zawodników doświadczonych.

Wyniki badań sugerują, że bardziej doświadczeni zawodnicy potrafili na podstawie niepełnej informacji wzrokowej dokonać oceny i wyboru techniki rzutu w sposób bardziej efektywny od zawodników początkujących. Ponadto niższe wartości amplitudy i latencji fali P300 wskazują na bardziej efektywny przebieg procesów przetwarzania informacji u zawodników o większym doświadczeniu sportowym.

Wśród badań dotyczących procesów zachodzących podczas tworzenia odpowiedzi motorycznej interesujące są doniesienia Deibera i wsp. (1996) wskazujące na wysoką aktywność kory ciemieniowej w trakcie przetwarzania bodźców wzrokowych. Posługując się eksperymentem z wykorzystaniem czasu reakcji w sytuacjach, kiedy badany dysponował różnym zasobem informacji wstępnych, badacze zaobserwowali szczególną aktywność w tylnej części kory ciemieniowej. Działo się tak w przypadku niewielkiej ilości informacji wstępnych, co podkreśla rolę tego obszaru w mechanizmie decyzyjnym. Inna była natomiast reakcja organizmu w sytuacji zdobycia większego zbioru informacji wstępnych. W takich warunkach obserwowano wzmożoną aktywność w korze przedmotorycznej, zakręcie obręczy oraz dodatkowym polu ruchowym.

Deiber i wsp. (1996) w swoich badaniach wskazali natomiast na istnienie zależności między skróceniem czasu reakcji a występowaniem poprawnych odpowiedzi przed właściwą odpowiedzią motoryczną na zadany bodziec. Potwierdzeniem powyższych wyników jest odwrotny eksperyment, w którym badanym przekazywano informacje wstępne o błędnej charakterystyce (Wascher i wsp. 1999). W tej sytuacji z kolei obserwowano wydłużenie czasu reakcji. W zapisie elektroencefalograficznym moment pojawienia się bodźca bezpośrednio poprzedzającego bodziec zasadniczy jest rejestrowany w postaci negatywnej fali oczekiwania, występującej w postaci potencjału (Walter i wsp. 1964).

Wskaźnikiem, którego ocenę uznaje się za etap bezpośrednio poprzedzający reakcję motoryczną, jest ujemna fala nazywana potencjałem gotowości (RP – ang. *readiness potential*). W literaturze często stosuje się również nazwę zlateryalizowany potencjał gotowości (LRP – ang. *lateralized readiness potential*) oraz zalicza do potencjałów endogennych. Określa on różnicę aktywacji elektrycznej między kontralateralną oraz ipsilateralną stroną głowy (Jaśkowski i wsp. 2005). Za źródło wczesnej fazy potencjału gotowości uważa się dodatkowe pole ruchowe (Shibasaki i wsp. 2006). Późną fazę przypuszczalnie generuje natomiast pierwszorzędowa kora ruchowa (Coles 1989), której rola nie jest bezspornie wyjaśniona. Z ostatnich badań wynika, że fala LRP silnie wzrasta w momencie ukończenia etapu selekcji ręki mającej wykonać działanie, a zarazem w chwili

rozpoczęcia programowania ruchu (Masaki i wsp. 2004). Wynika z tego, że znaczenie LRP sprowadza się do roli rejestru czasowego ostatniego fragmentu korowego etapu reakcji motorycznej, dzieląc ją na dwa odcinki: część przedmotoryczną związaną bezpośrednio z procesami poznawczymi i podejmowaniem decyzji oraz część motoryczną dotyczącą procesów programowania odpowiedzi (Osman i wsp. 2003; Jaśkowski i wsp. 2005).

Generowanie potencjału gotowości wykorzystuje się również w celu określenia wpływu różnych czynników na kolejne etapy przetwarzania informacji. Z badań wynika, że natężenie bodźca, jakość bodźca, kompatybilność między bodźcem a reakcją, czas trwania okresu między bodźcem poprzedzającym a bodźcem zasadniczym są parametrami wpływającymi na część przedmotoryczną (Smulders i wsp. 1995; Müller-Gethmann i wsp. 2003; Masaki i wsp. 2004). Część motoryczna uwarunkowana jest natomiast złożonością odpowiedzi (Smulders i wsp. 1995).

Proces mechanizmu decyzyjnego zależy od poziomu zdolności wykorzystania informacji wstępnych. Na ich podstawie możliwa jest antycypacja ruchu obiektu, a w konsekwencji dokonanie optymalnego wyboru działania motorycznego. Sterowanie antycypacyjne ma szczególne znaczenie dla ruchów szybkich, jego podstawę stanowi istnienie zbioru modeli wewnętrznych (Kawato 1999). Rozpatrując zagadnienie związane z antycypacją, wyodrębniono jej dwie główne płaszczyzny: antycypację przestrzenną oraz czasową. Oceny wpływu poziomu antycypacji dokonuje się zazwyczaj poprzez porównanie osób doświadczonych w danej dziedzinie z osobami niedoświadczonymi na podstawie pomiaru czasu reakcji na pojawiający się bodziec. Znaczenie antycypacji widoczne jest szczególnie w sferze działań sportowych, gdy skrócenie czasu potrzebnego na przebieg procesu przetwarzania informacji często decyduje o wyniku sportowym. Jako przykład mogą służyć działania motoryczne w czasie ustawiania bloku w piłce siatkowej. Umiejętność przewidywania akcji przeciwnika poprzez skupienie uwagi na szczegółach zachowań rozgrywającego drużyny przeciwnej, tj. ustawienia jego rąk, tułowia czy skierowania wzroku, pozwala na szybsze oraz dokładniejsze wykonanie bloku. Przyjmuje się, że zespołowe gry sportowe ze względu na liczbę i różnorodność bodźców oddziałujących na zawodnika oraz wymagalność podjęcia szybkiej decyzji stanowią grupę dyscyplin stawiających najwyższe wymagania w zakresie zadań antycypacyjnych (Williams 2002). Z badań prowadzonych wśród przedstawicieli różnych dyscyplin sportowych wynika, że wyższy poziom reakcji antycypacyjnych osiągają zawodnicy z większym stażem treningowym (Williams, Burwitz 1993; Ward i wsp. 2002). Zjawisko to wiąże się z bardziej

efektywną rejestracją informacji wstępnych w postaci ruchów przeciwnika, niezauważanych przez zawodników mniej doświadczonych.

Mechanizm efektorowy

Kolejnym etapem procesu przetwarzania informacji jest organizacja odpowiedzi oraz kontrola motoryczna. Wykonanie ruchu związane jest z koordynacją poszczególnych części ciała w odpowiednim czasie i przestrzeni. Odpowiedzialność mechanizmu efektorowego sprowadza się zatem do przetwarzania informacji, otrzymanej w wyniku procesów percepcji oraz selekcji, w niższych ośrodkach ruchowych przy udziale systemów piramidowego oraz pozapiramidowego.

Organizacja odpowiedzi jest związana z wytworzeniem polecenia motorycznego w postaci sygnału uzyskanego w wyniku aktywności pierwszorzędowej kory ruchowej. Polecenia pochodzące z okolicy czuciowo-ruchowej biegną drogami korowo-rdzeniowymi do rdzenia oraz pośrednio przy udziale dróg pomocniczych do jąder podstawnych, mózdzku, pnia mózgu, czyli struktur odpowiedzialnych za regulację czynności ruchowych (Sadowski 2007). Droga korowo-rdzeniowa w systemie piramidowym jest uformowana przez aksony neuronów zapoczątkowane w pierwszorzędowej korze ruchowej, korze przedruchowej, dodatkowym polu ruchowym oraz korze czuciowej. W części przedniej kora rdzeniowo-korowa przechodzi przez pień, dochodząc do dystalnego odcinka rdzenia kręgowego szyjnego. Część boczna utworzona z 80% włókien, które skrzyżowały się w okolicy piramid rdzenia przedłużonego (miejsce wnikania włókien do sznura bocznego), biegnie do części bocznej rogu brzuszno-rdzenia, aż do alfa-motoneuronów dystalnych kończyn. Tam bowiem reguluje procesami związanymi z wykonywaniem ruchów precyzyjnych tych kończyn. System piramidowy wiąże się zatem z czynnościami wymagającymi skupienia oraz precyzji ruchów.

Do wykonania ruchu niezbędna jest jego kontrola oraz regulacja w postaci tworzonych i na bieżąco wymienianych informacji o bieżącym stanie zaangażowanego aparatu mięśniowego. W bieżącej kontroli działań oraz kontroli reakcji napięcia mięśni bierze udział system pozapiramidowy, który odpowiada za zarządzanie działaniami automatycznymi oraz półautomatycznymi. Ponadto kontroluje współruchy, bierze udział w regulacji ruchów dowolnych, normuje

napięcie mięśni w realizacji zadania ruchowego i przyjęcia konkretnej postawy (Fix 1997).

Informacja o planowanym ruchu oraz jego zakresie, która wcześniej dotarła do pól 2, 5, 4 Brodmanna, determinuje powstanie w nich impulsu. Ma on ułatwić dopływ informacji sensorycznej z aparatu mięśniowego, który w zamierzeniu zostanie aktywowany. Następnie przy udziale tej informacji zwiększa się pobudliwość motoneuronów odpowiedzialnych za unerwienie mięśni oraz zostają pobudzone odruchy rdzeniowe. Kolejnym etapem jest zapoczątkowanie ruchu powstałego w wyniku impulsu wytworzonego w polu 4 Brodmanna, a następnie podtrzymywanego przez impulsy z pola 3a, 3b oraz pola 1 Brodmanna (Sadowski 2007).

Badanie czasu między pojawieniem się bodźca a rozpoczęciem odpowiedzi motorycznej jest jednym z podstawowych sposobów oceny sprawności działania procesów informacyjnych zachodzących w systemie sensomotorycznym i definiuje się je jako pomiar czasu reakcji (Schmidt, Wrisberg 2000).

Jednym z pierwszych badaczy, który podjął się próby identyfikacji czasu reakcji nazywanej przez Posnera (1978) chronometrią umysłową, był Herman von Helmholtz (Schmidgen 2003). Dokonując pomiaru czasu między podrażnieniem mięśnia żaby a zaobserwowaniem jego skurczu, wykazał, że można oszacować fizyczny parametr rozchodzenia się impulsu drogą neuronalną. Podobne badania przeprowadził Handwerker (1997) wśród gatunku ludzkiego, przyczyniając się do dynamicznego rozwoju dziedziny nauki zajmującej się funkcjami umysłowymi organizmu.

Pomiar czasu reakcji jest uznawany za jedną z najlepszych metod oceny procesów zachodzących w mechanizmie wykonawczym. W wyniku badań wyodrębniono dwie fazy obejmujące całkowity czas reakcji (Weiss 1965), co ma ogromne znaczenie w ocenie wpływu czynników zewnętrznych na sprawność układu nerwowego podczas działań zmysłowo-ruchowych (Audiffren i wsp. 2008). Faza przedmotoryczna została określona jako okres trwający od pojawienia się bodźca do pobudzenia mięśni. Drugą fazę stanowi natomiast czas od pobudzenia mięśni do rozpoczęcia ruchu (Weiss 1965). Ważna w ocenie sprawności mechanizmów efektorowych jest możliwość rejestracji aktywności bioelektrycznej mięśni poprzez badanie elektromiografii (EMG). Wskazuje on dokładny czas fazy przedmotorycznej czasu reakcji, co widoczne jest w postaci braku zapisu EMG, oraz fazy ruchowej czasu reakcji, ukazując moment aktywacji mięśni. Na wykresie widoczny jest on w momencie pojawiającego się zapisu EMG (Fischman 1984).

Na podstawie krzywych przebiegu EMG Borysiuk i wsp. (2004) zauważyli wpływ mechanizmów pamięci i czasu trwania odpowiedzi na zapoczątkowanie ruchu, sugerując tym samym jego kompleksowość. Autorzy wykazali zależność mówiącą o wydłużeniu czasu na etapie organizacji i kontroli odpowiedzi w przypadku dłuższych zadań motorycznych.

W ocenie sprawności mechanizmu efektorowego istotną rolę odgrywa określenie poziomu czasu reakcji na działanie bodźca wzrokowego: oko–ręka oraz oko–noga. W badaniach z udziałem sportowców różnych dyscyplin określanie tego typu parametrów jest szczególnie przydatne z punktu widzenia efektywności działań motorycznych (Coffey, Reichow 1990; Klavora i wsp. 2002; Akarasu i wsp. 2009). Ponadto przy zastosowaniu technik komputerowych jest często używane w procesach związanych z doбором i selekcją do sportu (Klocek i wsp. 2002; Spieszny i wsp. 2012).

System sensomotoryczny jest głównym procesem nadającym początek oraz kontrolującym wszelkie ruchy zmierzające do wykonania zadania motorycznego. Z wykonaniem zadania ruchowego ściśle wiąże się kontrola motoryczna. Odbywa się na bieżąco, a odpowiedzialny za nią jest ośrodkowy układ nerwowy. W zależności od struktury ośrodkowego układu nerwowego oraz przebiegu informacji przypisuje się inne funkcje na poszczególnych poziomach układu nerwowego. Kora motoryczna odpowiada za kontrolę precyzyjności ruchów dowolnych, programowanie kognitywne oraz specyficzne działanie ruchowe. W mózdzku przebiega kontrola utrzymania równowagi oraz bieżącej aktywacji mięśniowej w wykonywanym ruchu (precyzyjna korekta działań ruchowych). Z kolei kontrola właściwych działań motorycznych oraz ich wykorzystanie w określonych sytuacjach przypisana jest funkcjom jąder podstawy. Jak wynika z badań McMorrisa (2004 za Czyż 2013), ich rola odnosi się przede wszystkim do ruchów krótszych aniżeli 200 ms. W obszarze pnia mózgu natomiast odbywa się nadzór nad postawą i równowagą ciała. W efekcie kontroli prowadzonej na poziomie rdzenia kręgowego zostaje z kolei zachowana odpowiednia stabilizacja stawów oraz napięcie mięśniowe podczas wykonywania ruchu (Biedert 2000).

Zapoczątkowanie ruchów oraz kontrola nad ruchami wolnymi są sterowane systemem informacji zwrotnych i charakteryzują się dużą dokładnością z uwagi na możliwości ich regulacji oraz bieżącej korekty (Seidler i wsp. 2004). Kahn i Franks (2004) wskazują na istotę wzrokowych informacji zwrotnych w procesie uczenia motorycznego. Wyłączenie działania systemu informacji zwrotnych miałyby negatywny wpływ na mechanizmy uczenia się motorycznego. Rozpatrując system informacji zwrotnej w aspekcie nierozłącznej integracji z wykonywanym

działaniem motorycznym, możemy wyróżnić informację zwrotną wewnętrzną oraz zewnętrzną dodatkową (Czyż 2013). Pierwsza z nich jest ściśle związana z ruchem poprzez odbiór informacji czuciowych wewnętrznych i dotykowych, informacji słuchowych oraz wzrokowych, z równoczesnym brakiem możliwości sterowania nimi. Ponadto prawidłowe wykonanie zadania motorycznego uruchamia wszystkie te odczucia kompleksowo. Informacja dodatkowa pojawia się z kolei, gdy otrzymujemy wskazówki dotyczące wiedzy o strukturze oraz przebiegu ruchu, czyli ogólnie wiedzy o wykonaniu ruchu (KP – ang. *knowledge of performance*), bądź wiedzy o wyniku wykonywanego zadania motorycznego (KR – ang. *knowledge of results*). Według Proctora i van Zandt (2008), gdy rozpatruje się technikę wykonania ruchu, informacje, jakie są dostarczane poprzez mechanizm percepcyjny, mogą dotyczyć czynników przestrzennych oraz czasowych. Nazywane są wtedy kinematyczną wiedzą o realizacji zadania. Informacje opisujące siłę mięśni, jakiej używa się do realizacji zadania motorycznego, autorzy nazywają natomiast kinetyczną wiedzą o wykonaniu.

W procesie realizacji zadania ruchowego znacząca wydaje się rola informacji zwrotnej również w procesie uczenia się. Jednym z podejmowanych zagadnień w tym zakresie jest ocena wpływu redukcji częstotliwości dostarczania informacji podczas procesu uczenia się motorycznego. Na przykład Wulf i Shea (2002) zauważyli, że zmniejszenie dostarczanych informacji w przypadku uczenia się zadań motorycznych o prostej charakterystyce daje pozytywne efekty. Natomiast w przypadku złożonych czynności ruchowych, kiedy procesy przetwarzania informacji są zaangażowane w szerokim zakresie, redukcja informacji zwrotnej stanowi znaczące utrudnienie.

Przedstawiona struktura procesu przetwarzania informacji wzrokowej wskazuje na skomplikowany mechanizm charakteryzujący się ciągłą zależnością procesów zachodzących w sferze sensorycznej i w sferze motorycznej. Rozpoznanie uwarunkowań procesów sensomotorycznych z pewnością wzbogaci teorię, jak również praktykę treningu sportowego. Zwiększenie efektywności przetwarzania informacji wzrokowych u sportowców, zwłaszcza w dyscyplinach o wysokich wymaganiach percepcyjnych, z pewnością wpłynie na skuteczność realizowanych przez nich zadań motorycznych.

Piśmiennictwo

- Akarasu S., Caliskan E., Dane S. (2009), *Athletes have faster eye-hand visual reaction times and higher scores on visuospatial intelligence than nonathletes*, Turkish Journal of Medical Science, 39 (6), 871–874.
- Audiffren M., Tomporowski P.D., Zagrodnik J. (2008), *Acute aerobic exercise and information processing: Energizing motor processes during a choice reaction time task*, Acta Psychologica, 129, 410–419.
- Biedert R.M. (2000), *Contribution of the three levels of nervous system motor control: spinal cord, lower brain, cerebral cortex*, w: *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*, red. M.L. Scott, H.F. Freddie, Human Kinetics, 23–29.
- Borysiuk Z., Rogowska A., Zmarzły D. (2004), *The relationship between the components of sensorimotor responses measured EMG and personality*, Current research in motorcontrol II, ed. Z. Waśkiewicz, G. Juras, J. Raczek, AWF w Katowicach, Katowice, 89–95.
- Cline D., Hoffstetter H.W., Griffin J.R. (1980), *Dictionary of visual science*, 3rd ed., Chilton, Radnor, PA.
- Coffey B., Reichow A.W. (1990), *Optometric evaluation of the elite athlete*, Problems in Optometry, 2, 32.
- Coles M.G.H. (1989), *Modern mind-brain reading: psychophysiology, physiology, and cognition*, Psychophysiology, 26, 251–269.
- Czyż S. (2013), *Nabywanie umiejętności ruchowych. Teoria i praktyka w zarysie*, Wrocław.
- Daw N.W. (2006), *Visual development (Perspectives in vision research)*, Springer, New York.
- Deiber M.P., Ibañez V., Sadato N., Hallett M. (1996), *Cerebral structures participating in motor preparation in humans: a positron emission tomography study*, Journal of Neurophysiology, 75 (1), 233–247.
- Dodwell P.C. (2005), *Podstawowe mechanizmy widzenia*, w: *Czucie i percepcja*, red. R.L. Gregory, A.M. Dolman, Zysk i S-ka, Poznań, 13–39.
- Donders F.C. (1868), *Die Schnelligkeit Psychischer Prozesse*, Archive für Anatomie und Physiologie und wissenschaftliche Medizin, 6, 657–681.
- Erickson G.B. (2007), *Sports vision: Vision care for the enhancement of sports performance*, Butterworth-Heinemann, St. Louis, MO.
- Fischman M. (1984), *Programming time as a function of number of movement parts and changes in movement direction*, Journal of Motor Behavior, 16, 405–423.

- Fix JD. (1997), *Jądra podstawy i układ pozapiramidowy*, w: *Neuroanatomia*, red. J. Morryś, Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 337–347.
- Gao Y., Chen L., Yang S.N., Wang H., Yao J., Dai Q., Chang S. (2015), *Contributions of visuo-oculomotor abilities to interceptive skills in sports*, *Optometry and Vision Science*, 92 (6), 679–689.
- Gardner J.J., Sherman A. (1995), *Vision requirements in sport*, w: *Sports vision*, red. D.F.C. Loran, C.J. MacEwen, Butterworth-Heinemann, Oxford, 22–36.
- Handwerker H.O. (1997), *Allgemeine Sinnesphysiologie. In Physiologie des Menschen*, red. R.F. Schmidt, G. Thews, Springer, Berlin–Heidelberg–New York, 195–215.
- Helsen W.F., Starks J.L. (1999), *A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport*, *Applied Cognitive Psychology*, 13, 1–27.
- Hick W.E. (1952), *On the rate of gain of information*, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, 11–26.
- Higashiura T., Nishihira Y., Kamijo K., Hatta A., Kim S.R., Hayashi K., Kaneda T., Kuroiwa K. (2006), *The interactive effects of exercise intensity and duration on cognitive processing in the central nervous system*, *Advances in Exercise and Sports Physiology*, 12 (1), 15–21.
- Jafarzadehpur E., Mirzajani A., Hatami M., Musavian R., Abbasi E. (2013), *Comparison of blue-yellow opponent color contrast sensitivity function between female badminton players and non-athletes*, *Asian Journal of Sports Medicine*, 4 (2), 107–113.
- Jafarzadehpur E., Yarigholi M.R. (2004), *Comparison of visual acuity in reduce lamination and facility of ocular accommodation in table tennis champions and non-players*, *Journal of Sport Science and Medicine*, 3, 44–48.
- Jaśkowski P., Kurczewska M. (2005), *Zastosowanie zlateralizowanego potencjału gotowości w psychologii eksperymentalnej*, *Nauka*, 1, 87–99.
- Jendrusch G., Karczmarek L., Lange P., Lingelbach B., Platen P. (2006), *Visual requirements and visual performance profile in soccer*, *Medicine Science in Sports Exercise*, 38 (5), 446.
- Kahn M.A., Franks I.M. (2004), *The utilization of visual feedback in the acquisition of motor skills*, w: *Skill acquisition in sport. Research, theory and practice*, red. A.M. Williams, N.J. Hodges, Routledge, London and New York, 45–62.
- Kalat J.W. (2007), *Neuronalne podłoże percepcji wzrokowej*, w: *Biologiczne podstawy psychologii*, red. J.W. Kalat, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 157–176.
- Kawato M. (1999), *Internal models for motor control and trajectory planning*, *Current Opinion in Neurobiology*, 9, 718–727.
- Klavora P., Esposito J.G. (2002), *Sex differences in performance on three novel continuous response tasks*, *Perceptual and Motor Skills*, 95, 49–56.

- Klocek T., Spieszny M., Szczepanik M. (2002), *Komputerowe testy zdolności koordynacyjnych*, COS Warszawa.
- Kluka D.A., Love P. (1989), *Contrast sensitivity functions of selected collegiate female athletes*, *Sports Vision*, 5, 18.
- Kok A. (1997), *Event-related-potential (ERP) reflections on mental resources: a review and synthesis*, *Biological Psychology*, 21(45), 19–56.
- Masaki H., Wild-Wall N., Sangals J., Sommer W. (2004), *The functional locus of the lateralized readiness potential*, *Psychophysiology*, 41, 220–230.
- McCormick E., Sanders M. (1982), *Human factors in engineering and design*, 5th ed., McGraw-Hill, NY.
- McMorris T. (2004), *Acquisition and performance of sports skills*, John Wiley & Sons, Chichester.
- Muiños M., Ballesteros S. (2014), *Peripheral vision and perceptual asymmetries in young and older martial arts athletes and non-athletes*, *Attention, Perception & Psychophysics*, 76 (8), 2465–2476.
- Müller-Gethmann H., Ulrich R., Rinkenauer G. (2003), *Locus of the effect of temporal preparation: Evidence from the lateralized readiness potential*, *Psychophysiology*, 40, 597–611.
- Osman A., Moore C.M., Ulrich R. (2003), *Temporal organization of covert motor processes during response selection and preparation*, *Biological Psychology*, 64 (1–2), 47–75.
- Palacz O., Lubiński W., Penkala K. (2003), *Elektrofizjologiczna diagnostyka kliniczna układu wzrokowego*, Oftal, Warszawa.
- Pashler H.E. (1996), *The psychology of attention*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Pasupathy A., Connor C.E. (2002), *Population coding of shape in area V4*, *Nature Neuroscience*, 5, 1332–1338.
- Posner M.I. (1978), *Chronometric explorations of mind*, Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Proctor R.W., Zandt van T. (2008), *Human factors in simple and complex systems*, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Sadowski B. (2007), *Biologiczne mechanizmy zachowania się ludzi i zwierząt*, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa.
- Sanders A.F. (1998), *Elements of human performance: Reaction processes and attention in human skill*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers Mahwah, New Jersey.
- Schmidgen H. (2003), *Time and noise: the stable surroundings of reaction experiments, 1860–1890*, *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 34 (2), 237–275.

- Schmidt R.A. (1988), *Motor control and learning*, Human Kinetics Publishers, Champaign, IL.
- Schmidt R.A. Wrisberg C.A. (2000), *Motor learning and performance: A problem-based learning approach*, Human Kinetics Books, Champaign.
- Seidler R.D., Noll D.C., Thiers G. (2004), *Feedforward and feedback processes in motor control*, *NeuroImage*, 22 (4), 1775–1783.
- Shibasaki H., Hallett M. (2006), *What is the Bereitschaftspotential?*, *Clinical Neurophysiology*, 117, 2341–2356.
- Smulders F.T.Y., Kok A., Kenemans J.L., Bashore T.R. (1995), *The temporal selectivity of additive factor effects on the reaction process revealed in ERP component latencies*, *Acta Psychologica*, 90, 97–109.
- Spieszny M., Zubik M., Potocka-Mitan M. (2012), *Ocena poziomu cech somatycznych i zdolności motorycznych piłkarzy ręcznych – uczniów Szkoły Mistrzostwa Sportowego ZPRP w Gdańsku*, *Rozprawy Naukowe Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu*, 39, 159–170.
- Starkes J.L., Ericsson K.A. (2003), *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise*, Human Kinetics, Champaign.
- Sternberg S. (1998), *Discovering mental processing stages: the method of additive factors*, w: *An Invitation to Cognitive Science*, red. S. Scarborough, S. Sternberg, MIT Press, Cambridge, MA, 703–863.
- Szabela D.A. (1999), *Potencjały wywołane w praktyce lekarskiej*, Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź.
- Szelenberger W. (2001) *Potencjały wywołane*, Meliko Warszawa.
- Taliep S.M., St Clair G.A., Gray J., Van der Merwe L., Vaughan C.L., Noakes T.D., Kellaway L.A., John L.R. (2008), *Event-related potentials, reaction time, and response selection of skilled and less-skilled cricket batsmen*, *Perception*, 37, 96–105.
- Tarkka I.M., Hallet M. (1990), *Cortical topography of promotor and motor potentials preceding self-paced, voluntary movement of dominant and nondominant hands*, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 75, 36–43.
- Trachtman J.N., Kluka D.A. (1993), *Future trends in vision as they relate to peak performance in sport*, *International Journal of Sports Vision*, 1–7.
- Traczyk W. (1989), *Fizjologia człowieka w zarysie*, PZWŁ Warszawa.
- Van der Molen M.W., Bashore T.R., Halliday R., Callaway E. (1991), *Chronopsychophysiology: mental chronometry augmented by psychophysiological time markers*, w: *Handbook of cognitive psychophysiology: central and autonomic nervous system approaches*, red. J.R. Jennings, M.G. Coles. Wiley, Chichester, UK, 9–178.

- Walter W.G., Cooper R., Aldridge V.J., McCallum W.C., Winter A.L. (1964), *Contingent negative variation: An electrical sign of sensorimotor association and expectancy in the human brain*, *Nature*, 203, 380–384.
- Ward P., Williams A.M., Bennett S.J. (2002), *Visual search and biological motion perception in tennis*, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73, 107–112.
- Ward P., Williams A.M., Loran D.F. (2000), *The development of visual function in expert and novice soccer players*, *International Journal of Sports Vision*, 6 (1), 1–11.
- Wascher E., Reinhard M., Wauschkuhn B., Verleger R. (1999), *Spatial S-R compatibility with centrally presented stimuli: An event-related asymmetry study on dimensional overlap*, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 214–229.
- Weiss A.D. (1965), *The locus of reaction time change with set, motivation, and age*, *The Journals of Gerontology*, 20, 60–64.
- Welford A.T. (1960), *The measurement of sensory-motor performance: survey and reappraisal of twelve years progress*, *Ergonomics*, 3, 189.
- Williams A.M. (2002) *Perceptual and cognitive expertise in sport*, *The Psychologist*, 15 (8), 416–417.
- Williams A.M., Burwitz L. (1993), *Advance cue utilization in soccer*, w: *Science and football*, red. T. Reilly, J. Clarys, A. Stibbe, E.& F.N. Spon, London, 239–243.
- Wulf G., Shea C.H. (2002), *Principles derived from the study of simple motor skills do not generalize to complex skill learning*, *Psychonomic Bulletin and Review*, 9, 185–211.

3. Komponenty systemu percepcyjnego w działaniach motorycznych

Teresa Zwierko

Wzrokowy mechanizm percepcyjny jest złożonym procesem odbywającym się na różnych poziomach ośrodkowego układu nerwowego. W każdym jednostkowym akcie widzenia następują kolejno: pobudzenie światłem komórek siatkówki, przekazanie drogą nerwową sygnałów wzrokowych do mózgu, nakładanie dwu obrazów siatkówkowych z oka prawego i lewego w jeden obdarzony cechami stereopsji (fuzja), właściwy poziom ostrości widzenia (akomodacja) oraz wyodrębnienie i rozpoznawanie obiektów (percepcja i kojarzenie).

W odniesieniu do działań sportowych procesy percepcji podlegają modulacji, zwłaszcza w sytuacji narastającego zmęczenia fizycznego. Intensywność wysiłku fizycznego oraz złożoność zadania motorycznego są istotnymi czynnikami wpływającymi na efektywność wzrokowych procesów sensomotorycznych. Z dotychczasowych badań eksperymentalnych wynika, że wysiłek fizyczny może nie tylko wpływać korzystnie na przebieg procesów sensomotorycznych (Davranche i wsp. 2005, 2006; Royal i wsp. 2006), lecz także wraz z narastającym zmęczeniem obniżać ich efektywność. Komórki siatkówki oka ludzkiego są niezwykle czułe na zmiany przepływu krwi (Okuno i wsp. 2006) oraz niedotlenienie (Feilg i wsp. 2007), do jakich może dochodzić wraz z podejmowanym wysiłkiem fizycznym. Stwierdzono, że zwiększony poziom kwasu mlekowego we krwi obwodowej, wywołany zarówno czynnikiem egzogennym (podanie mleczanu sodu), jak i czynnikiem endogennym (progresywny wysiłek fizyczny na cykloergometrze wykonywany do odmowy), w znaczącym stopniu obniża aktywność neuronalną siatkówki (Garhöfer i wsp. 2003).

Przebieg aktywności neuronalnej w siatkówce oka i w pozasiatkówkowym obszarze drogi wzrokowej odzwierciedla procesy czynnościowe w organizmie,

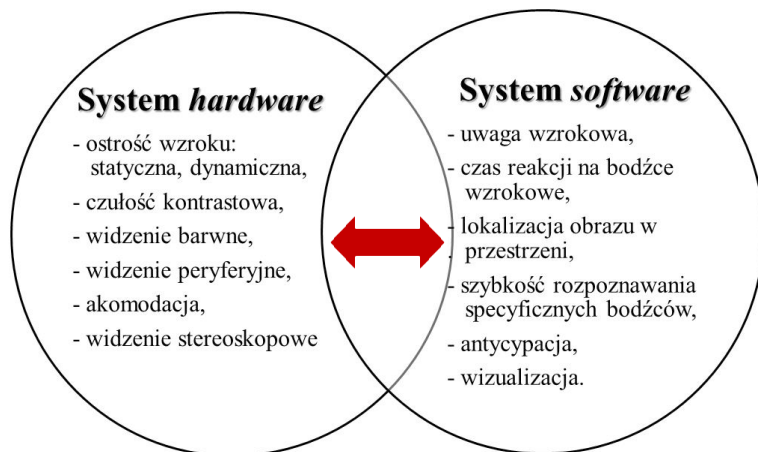
do jakich dochodzi w następstwie kontynuowania wysiłku fizycznego o coraz większej intensywności. Wysiłek o podłożu tlenowym aktywuje i pobudza funkcje bioelektryczne układu wzrokowego. Natomiast wysiłek fizyczny o wysokiej intensywności (powyżej progu mleczanowego) osłabia aktywność neuronalną w układzie wzrokowym (Zwierko 2011). Sprawność wzrokowych procesów percepcyjnych stanowi odzwierciedlenie adaptacji wysiłkowej u sportowców. Z badań wynika, że u wysoko kwalifikowanych zawodników gier sportowych zmienność funkcji układu wzrokowego w wyniku narastającego wysiłku jest mniejsza niż u osób nietrenujących (Zwierko i wsp. 2011). Z drugiej strony badania Thomasa i wsp. (2009) wskazują, że u przedstawicieli gier sportowych (piłka nożna, koszykówka, piłka siatkowa) czas reakcji wzrokowej rejestrowany w teście decyzji motorycznej ulega skróceniu po intensywnym wysiłku fizycznym wywołującym zmęczenie, jednak zjawisko to przebiega równocześnie ze zwiększeniem liczby popełnionych błędów w porównaniu do stanu przed wysiłkiem fizycznym.

Biorąc pod uwagę konieczność usystematyzowania poglądów na temat warunkowań przebiegu wzrokowych procesów percepcyjnych, w niniejszym opracowaniu posłużono się teoretycznymi modelami różnicującymi funkcje percepcji wzrokowej w sporcie. W tradycyjnym ujęciu elementy percepcji wzrokowej w działaniach motorycznych są rozpatrywane jako wzajemne interakcje między zmiennymi systemów o nazwie *hardware* i *software* (Abernethy 1987; Planer 1994).

System *hardware* rozumiany jest jako ogólne funkcje wzrokowe, niezwiązane ze specyficznymi działaniami występującymi w danej dziedzinie sportowej. Można tu wyróżnić między innymi ostrość wzroku statyczną i dynamiczną, czułość kontrastową, widzenie barwne, widzenie peryferyjne, akomodację, widzenie stereoskopowe, ruchy gałek ocznych. Oceny tych funkcji dokonuje się za pomocą technik optometrycznych. Ogólną charakterystykę wymienionych funkcji wzrokowych przedstawiono w rozdziale 1.

System *software* związany jest natomiast z aspektami percepcyjno-kognitywnymi odnoszącymi się do specyfiki podejmowanej aktywności sportowej. Abernethy (1987) interpretował system *software* jako istotę cech poznawczych (selekcja, kodowanie, wyszukiwanie, generalnie przetwarzanie dostępnych informacji wzrokowych) odmiennych dla każdej dyscypliny sportu, w dużym stopniu warunkowanych doświadczeniem sportowym. Oznacza to, że w toku treningu sportowego zawodnik jest zdolny do podniesienia poziomu ich funkcji. System ten charakteryzuje następujące zmienne: uwaga wzrokowa, czas reakcji

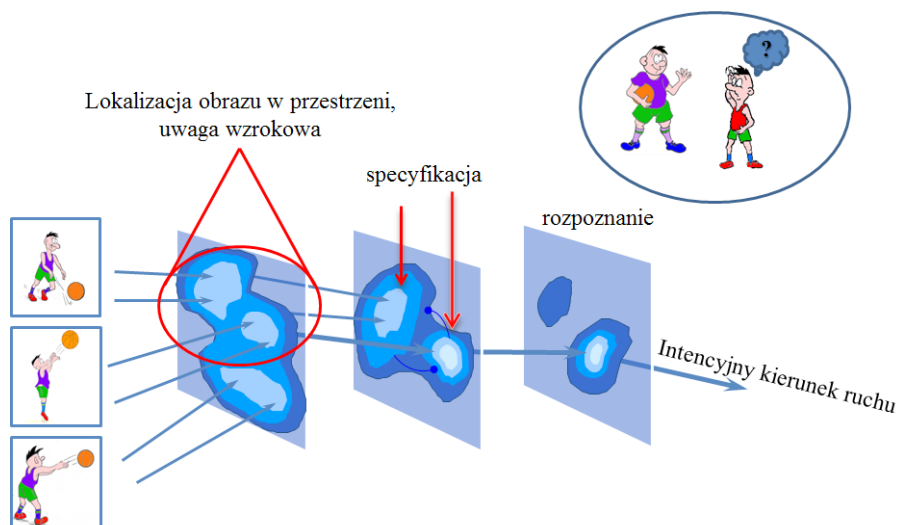
na bodźce wzrokowe, lokalizacja obrazu w przestrzeni, szybkość rozpoznawania specyficznych bodźców, antycypacja oraz wizualizacja (ryc. 3.1).



Rycina 3.1. Elementy percepcji wzrokowej w działaniach sportowych

Źródło: opracowanie własne.

W celu przybliżenia wzajemnych interakcji systemów *hardware* i *software* poniżej posłużono się opisem sytuacji działań motorycznych w koszykówce na przykładzie reakcji obrońcy na wejście w posiadanie piłki przez przeciwnika. W koszykówce zawodnik wchodzący w posiadanie piłki przyjmuje postawę tzw. potrójnego zagrożenia. W pozycji potrójnego zagrożenia może rozpocząć kozłowanie piłki, może oddać rzut do kosza lub podać piłkę do partnera. Każda z tych możliwości wymaga zróżnicowanego charakteru działań obrońcy. W tej sytuacji zarówno ogólne funkcje wzrokowe, jak i mechanizm uwagi wzrokowej, lokalizacji obiektu, specyfikacji i rozpoznania towarzyszą procesom percepcji oraz mają bezpośredni wpływ na efektywność działań obrońcy. Skupienie uwagi na działaniach przeciwnika oraz umiejętność odczytywanie jego zamierzeń stanowią determinanty skuteczności zachowań motorycznych. Etap ten stanowi punkt wyjściowy do podjęcia decyzji motorycznej. Uproszczony schemat mechanizmu percepcyjnego i działań obrońcy przedstawiono na rycinie 3.2.



Rycina 3.2. Mechanizm percepcyjny a intencja działania

Źródło: opracowanie własne.

Systematyczne uczestnictwo w treningu sportowym, wymagającym wysokiego poziomu kompetencji percepcyjnych, ma wpływ na efektywność przebiegu procesów percepcji wzrokowej. Badania prowadzone w zakresie oceny funkcji percepcyjno-kognitywnych u sportowców, zarówno przy użyciu metod specyficznych, jak i laboratoryjnych, wskazywały, że zawodnicy o wysokim poziomie zaawansowania sportowego w porównaniu do początkujących oraz osób nie-treningujących charakteryzują się: 1) efektywniejszym kodowaniem i pobieraniem właściwych informacji; 2) dokładniejszym i szybszym wykrywaniem i lokalizacją obiektów i wzorów zachowań motorycznych; 3) skuteczniejszym wykorzystaniem dostępnych informacji poprzez dokonywanie optymalnych decyzji w czasie działań motorycznych; 4) szybszym procesem przetwarzania informacji (Ando i wsp. 2001; Starkes, Ericsson 2003; Kokubu i wsp. 2006; Mann i wsp. 2007; Zwierko 2008; Voss i wsp. 2010; Zwierko i wsp. 2010; Alves i wsp. 2013; Muinos, Ballesteros 2013; Florkiewicz i wsp. 2015). Biorąc pod uwagę możliwość kształtowania kompetencji percepcyjno-kognitywnych w toku treningu sportowego, poniżej przedstawiono charakterystykę wybranych elementów systemu *software* specyficznych dla gier sportowych.

Szybkość reakcji na bodźce wzrokowe

Szybkość reakcji na bodźce wzrokowe jest definiowana jako czas reakcji oraz szybkość ruchu ciała lub jego części (ręki, nogi) na obiekty lokalizowane w centralnym bądź peryferyjnym polu widzenia. Szybkość reakcji jest odpowiedzią motoryczną na pojawiające się proste oraz złożone bodźce wzrokowe. Czas reakcji prostej jest reakcją sensomotoryczną organizmu na pojedynczy bodziec, któremu przypisana jest jedna określona odpowiedź ruchowa. Czas reakcji różnicowej ma miejsce wówczas, gdy występuje więcej bodźców niż jeden, a określona reakcja (pozytywna) wymagana tylko na jeden z góry określony sygnał. Natomiast czas reakcji z wyboru występuje w przypadku prezentacji różnych rodzajów bodźców, którym muszą odpowiadać również różne sposoby odpowiedzi ruchowej dokonujące się przy udziale procesów selekcji. Szczególnym rodzajem reakcji sensomotorycznej organizmu jest czas reakcji w sytuacjach zaskoczenia (niespodziewane pojawienie się bodźca), w których obserwuje się znaczne opóźnienie mechanizmów przetwarzania informacji.

Czas reakcji jako komponent szybkości reagowania motorycznego poprzedza wykonanie ruchu docelowego, tym samym warunkuje skuteczność działań motorycznych w wielu dyscyplinach sportowych. W działaniach motorycznych wymagających szybkiej reakcji dochodzi do przetwarzania informacji pochodzących z różnych analizatorów: 1) optycznych (najczęściej w zespołowych grach sportowych, w tenisie ziemnym, tenisie stołowym, squashu, badmintonie oraz w sportach walki); 2) akustycznych (np. w dyscyplinach wymagających reakcji na sygnały startowe); 3) kinestetycznych i dotykowych (np. w sportach walki).

Wyniki badań eksperymentalnych, w których stosowano metody o charakterze laboratoryjnym, jak również specyficznych dla danej dyscypliny sportu, wskazują na wyższy poziom kompetencji zawodników o wysokim poziomie sportowym, zwłaszcza w odniesieniu do czasu reakcji złożonej. Na przykład Piras i wsp. (2014) poddali ocenie czas reakcji złożonej wysoko kwalifikowanych oraz początkujących siatkarzy. Grupa ekspertów znacznie szybciej reagowała na specyficzne sytuacje zarejestrowanych na sekwencjach filmowych akcji w piłce siatkowej (określenie kierunku rozegrania piłki) niż osoby początkujące. Dotyczyło to zarówno prawidłowo przewidzianych odpowiedzi, jak i wszystkich reakcji bez względu na ich poprawność. Podobne wyniki obserwowali Vansteenkiste i wsp. (2014) podczas prezentacji akcji ofensywnych (czas reakcji podczas wyboru kierunku zagrania piłki w ataku) w siatkówce u zawodniczek zróżnicowanych poziomem i doświadczeniem sportowym. W badaniach eksperymentalnych

prowadzonych metodą laboratoryjną (testy komputerowe) również potwierdzano krótszy czas reakcji prostej oraz czas reakcji złożonej na bodźce wzrokowe pojawiające się w centralnym polu widzenia u zawodników uprawiających piłkę siatkową w porównaniu do grupy osób nietreningujących (Zwierko 2010). Z kolei Ando i wsp. (2001) dokonali oceny poziomu szybkości reakcji na bodźce pojawiające się w centralnym oraz peryferyjnym polu widzenia u wysoko kwalifikowanych piłkarzy nożnych, specyfika piłki nożnej wymusza bowiem stan gotowości do reagowania na bodźce mogące pojawić się w obszarze pola widzenia. W badaniach autorzy, wykorzystując zapis obrazujący zmiany napięcia bioelektrycznego w mięśniach przedramienia oraz wartość czasu reakcji, stwierdzili większą efektywność wzrokowych procesów sensomotorycznych w postaci szybszej reakcji na bodźce wzrokowe u zawodników piłki nożnej w porównaniu do grupy kontrolnej.

Deficyt w poziomie zdolności szybkiej reakcji na bodźce wzrokowe może powodować opóźnienie odpowiedzi motorycznych niezbędnych do realizacji działań techniczno-taktycznych w czasie gry.

Koordinacja oko–ręka

Koordinacja oko–ręka (oko–noga, oko–ciało) jest rozumiana jako zdolność do synchronizacji odpowiedzi motorycznej na bodźce wzrokowe przy użyciu ręki (nogi, całego ciała). Szczególnie istotne w grach sportowych jest reagowanie ruchem ciała lub częścią ciała na szybko zmieniające się informacje pojawiające się w polu widzenia, gdy dochodzi do integracji funkcji układu wzrokowego z systemem motorycznym, odnoszącej się w szczególności do dokładności i właściwego czasu działania.

Wymagania w zakresie sprawności koordynacji oko–ręka (oko–noga, oko–ciało) w grach sportowych, obok różnorodności bodźców pojawiających się w polu widzenia, podnosi dynamiczny charakter tych dyscyplin. Z prowadzonych badań eksperymentalnych wynika, że zdolność ta jest wysoce wyróżniająca przedstawicieli gier sportowych pod względem szybkości i dokładności tworzenia odpowiedzi motorycznej. Na przykład Montes-Mico i wsp. (2000) wskazali na szybszą reakcję na bodźce wzrokowe u piłkarzy nożnych w relacji oko–ręka oraz oko–stopa w odniesieniu do grupy osób nieuprawiających sportu. Hirose (2011) w badaniach laboratoryjnych wysoko kwalifikowanych piłkarzy nożnych

stwierdził krótszy czas reakcji złożonej i większą poprawność w zadaniu oko–ręka, oko–noga w porównaniu z zawodnikami początkującymi. Z kolei Dane i Erzurumluoglu (2003) w zadaniach testowych oceniających poziom koordynacji oko–ręka dominująca u piłkarzy ręcznych obserwowali krótsze czasy reakcji wśród piłkarzy i piłkarek ręcznych z dominacją lewej ręki w porównaniu do osób praworęcznych.

Deficyt w zakresie integracji funkcji oko–ręka (oko–noga, oko–ciało) wpływa na poziom osiągnięć odnoszących się w szczególności do ruchu zawodnika, partnera, przeciwnika i piłki.

Szybkość lokalizacji przestrzennej

Szybkość lokalizacji przestrzennej specyficznych bodźców rozumiana jest jako zdolność do względnie szybkiego spostrzegania czasowych i przestrzennych informacji wzrokowych podczas akcji ofensywnych i defensywnych. U podstaw tej zdolności leży sprawność analizatora wzrokowego, w początkowej fazie głównie funkcja skojarzeniowych ruchów gałek ocznych. Szybkość lokalizacji przestrzennej stanowi komponent zdolności orientacji czasowo-przestrzennej umożliwiającej określenie pozycji ciała oraz jej zmian w trakcie ruchu całego ciała w przestrzeni i w czasie w odniesieniu do ustalonego pola działania (np. boiska, sali) lub poruszającego się obiektu (np. partner, przeciwnik, piłka), łącząc w sobie postrzeganie i działanie motoryczne (Raczek 1991).

Lokalizacja obiektów w przestrzeni w istotny sposób łączy się z postrzeganiem czasowych parametrów ruchu i ich zmian. Ta kompetencja percepcyjna stawia wysokie wymagania zespołowym grom sportowym, w których lokalizacja właściwych bodźców przejawia się w stosunku do poruszających się obiektów. Lokalizacja obrazu w przestrzeni, czyli tzw. wyszukiwanie wzrokowe, jest uważana za wskaźnik reprezentujący procesy, w których informacje wzrokowo-przestrzenne o antycypowanej sytuacji są istotne z punktu widzenia podejmowania decyzji motorycznej (Williams i wsp. 1999). Wcześniejsze badania przeprowadzone w grupie młodych koszykarzy wskazują na istotnie wyższy poziom zdolności orientacji czasowo-przestrzennej na bodźce wzrokowe w porównaniu do rówieśników niepodających systematycznej aktywności sportowej (Zwierko i wsp. 2005). Z kolei Houmourtzoglos i wsp. (1998) obserwowali zróżnicowanie zdolności percepcyjnych, w tym również szybkości parametrów

czasowo-przestrzennych u wysokokwalifikowanych zawodników uprawiających koszykówkę, siatkówkę oraz piłkę wodną w porównaniu do zawodników początkujących.

Deficyt w poziomie szybkości lokalizacji przestrzennej może spowalniać działania zawodnika, zwłaszcza w sytuacjach taktycznych w ofensywie i defensywie.

Antycypacja koincydencji

Antycypacja koincydencji rozumiana jako zdolność do przewidywania pojawienia się obiektów lub bodźców w określonym miejscu i czasie, zazwyczaj powiązana z podjęciem decyzji motorycznej (oraz w konsekwencji właściwego działania motorycznego), w głównej mierze jest oparta na wiedzy wynikającej z doświadczenia zawodnika. Prostym przykładem przejawu zdolności antycypacji koincydencji (timingu) jest właściwa ocena wzrokowa czasu i miejsca chwytu piłki, przyjęcia piłki, działań defensywnych. Możliwość antycypacji ruchu wynika z faktu, że informacje o ruchu dostarczane nam przez środowisko opierają się na działaniu generalnie tych samych praw.

W procesie przetwarzania informacji możemy analizować ruch w kategoriach nam znanych, stałych dla środowiska. Podobnie różnego rodzaju informacje odnoszące się do postrzegania ruchów człowieka są osiągalne w wyniku zdolności człowieka do jego wytwarzania (Shiffrar, Freyd 1990; Viviani 2002). W aktywności sportowej możliwość antycypacji ruchów przeciwnika, partnera czy piłki wynika z istnienia pewnych stałych reguł postępowania określonych zasadami gry, techniką sportową, a także możliwościami taktycznymi rozegrania akcji. Tradycyjna definicja pojęcia antycypacji doprowadziła do stosowania paradygmatu, w którym zdolność do dokładnego przewidywania nadchodzących zdarzeń jest analizowana przez okluzje lokalnych źródeł informacji.

Wiele wyników badań wskazuje, że wysoki poziom doświadczenia związanego z daną dziedziną jest wysoce skorelowany ze skutecznością przewidywania nadchodzących działań (np. Williams, Burwitz 1993; Aglioti i wsp. 2008; Hagemann 2010). Schorer i wsp. (2013) podjęli badania nad wpływem rodzaju informacji wzrokowych na skuteczność antycypacji zagrań przeciwnika w piłce siatkowej. W badaniach eksperymentalnych wyodrębniono trzy grupy zawodników w zależności od reprezentowanego poziomu sportowego, tj. grupę początkującą,

grupę zaawansowaną oraz tę o najwyższych kwalifikacjach sportowych, czyli grupę ekspertów. Każdy z zawodników miał za zadanie przewidzieć atak przeciwnika, otrzymując informacje wzrokowe za pomocą wyświetlanego filmu wideo (72 filmy) w trzech różnych wariantach: pełna informacja, informacja wzrokowa pochodząca jedynie z centralnego pola widzenia, informacja wzrokowa pochodząca z peryferyjnego pola widzenia. Wyniki badań wskazały na zdecydowanie lepszy poziom zdolności antycypacji w przypadku zróżnicowanych źródeł informacji u zawodników bardziej zaawansowanych sportowo. Ponadto analiza ujawniła, że w grupie ekspertów suma wyników w wariancie odtwarzania filmu z pełną informacją wzrokową była wyższa od sumy wyników w przypadku obu pozostałych warunków widzenia ocenianych oddzielnie. W interpretacji wyników badań autorzy wskazywali, że różne źródła informacji działają wspólnie w celu poprawienia zdolności przewidywania w trakcie zawodów sportowych, gdy często występują ograniczenia czasowe.

Z kolei Loffing i Hagemann (2014) przeprowadzili eksperyment w piłce ręcznej, w którym wzięły udział dwie grupy bramkarzy (eksperci i zawodnicy początkujący). Zadaniem zawodników było odczytanie kierunku rzuconej piłki podczas rzutów karnych prezentowanych na filmie. W badaniach zastosowano metodę okluzji, maskując piłkę lub części ciała rzucającego zawodnika. Z badań wynikało, że doświadczeni zawodnicy byli skuteczniejsi w ocenie kierunku rzucanej piłki w odniesieniu do grupy początkującej, nawet gdy otrzymywali niepełne informacje wzrokowe. Podobnie Wu i wsp. (2013) stwierdzili większą dokładność w przewidywaniu rzutów osobistych u koszykarzy o dłuższym stażu sportowym w porównaniu z grupą początkującą. Autorzy dostrzegli przy tym zachowanie większej stabilności fiksacji wzroku w przypadku zawodników koszykówki.

W niektórych poglądach antycypacja jawi się nie tylko jako przewidywanie działań o charakterze prawdopodobieństwa, lecz także włącza bieżące dostosowanie przewidywania wynikające z możliwości zmiany sytuacji, np. szybkości lotu piłki, przechwyty itd. Zakłada się też o tzw. obecnej przyszłości, czyli informacji o przyszłości w odniesieniu do bieżącej oceny sytuacji. W konsekwencji kompetencja antycypacji pozwala zawodnikowi zmodyfikować (lub nie) jego działanie do przewidywanych sytuacji (Montagne i wsp. 2008). Z tego punktu widzenia antycypacja nie jest warunkowana jedynie wcześniej zdobytym doświadczeniem, ale również umiejętnością analizy sytuacji i zdolności dostosowania motorycznego. Ten rodzaj poglądu ma także odniesienie do zagadnień kontroli motorycznej ruchu w systemie sterowania antycypacyjnego.

Uwaga wzrokowa

Uwaga wzrokowa koncentrowana na właściwych punktach fiksacji i czasie fiksacji w specyficznych działaniach techniczno-taktycznych jest możliwa dzięki sprawności funkcji okulomotorycznych, tj. sakkad, ruchów śledzących (wodzących), mrugnięć czy stabilności utrzymania fiksacji. W przyjętej terminologii badań wśród sportowców utrzymanie spojrzenia, czyli stabilność punktu fiksacji (ang. *quiet eye*), rozumiane jest jako końcowa fiksacja lub ruch śledzący oczu, które są umiejscawiane w specyficznych miejscach w przestrzeni działań zawodnika w obrębie 3 stopni kąta widzenia (lub mniej) w ciągu minimum 100 ms (Vickers 1996). Analizy kontroli wzrokowej wśród sportowców dowodzą, że zawodnicy o wysokim poziomie sportowym charakteryzują się optymalną kontrolą ruchów oczu, posługując się swoistą strategią zachowań wzrokowych podczas realizacji działań taktyczno-technicznych.

Badania empiryczne wskazujące na pozytywny wpływ kontroli wzrokowej na osiągnięcia sportowe w zespołowych grach sportowych prowadzono między innymi w koszykówce (Oudejans i wsp. 2005; Vickers 2007; Steciuk, Zwierko 2015), piłce siatkowej (Vickers, Adolphe 1997; McPherson, Vickers 2004), piłce nożnej (Dicks i wsp. 2010; Piras, Vickers 2011), hokeju na lodzie (Panchuk, Vickers 2006). Ocena utrzymania uwagi wzrokowej w czasie działań motorycznych była przedmiotem badań wśród zawodników sekcji uczelnianej piłki ręcznej oraz studentów niepodających systematycznie aktywności sportowej (Zwierko i wsp. 2014). Z badań wynikało, że grupa sportowców charakteryzowała się mniejszą zmiennością wyników w czasie wykonania ogółem 220 odpowiedzi motorycznych na pojawiające się bodźce wzrokowe oraz krótszym średnim czasem reakcji w porównaniu do grupy kontrolnej. Wyniki sugerowały, że elementy uwagi wzrokowej są czynnikiem charakteryzującym poziom sportowy w piłce ręcznej i mogą determinować efektywność gry.

Funkcja uwagi jako proces selekcjonowania informacji może podlegać ocenie na poziomie elektrofizjologicznym. W analizach mózgowych potencjałów endogennych wskaźnik, jakim jest fala P300, charakteryzuje mózgową aktywność w sytuacji świadomej oceny informacji kończącej analizę sensoryczną (Rektor i wsp. 2003). Latencja fali P300 wiąże się głównie z czasem identyfikacji i oceny bodźca oraz procesami jego różnicowania (Higashiura 2006). Z kolei amplituda fali P300 jest wskaźnikiem aktywności mózgu związanym z procesami uwagi i pamięcią roboczą wykorzystywaną w procesach różnicowania bodźców

(Kok 1997). Przyjmuje się, że zadania wymagające mniejszej koncentracji uwagi, wykonywane raczej automatycznie, powodują mniejszą amplitudę fali P300.

Badania prowadzone wśród sportowców wskazują, że skupienie uwagi wzrokowej na właściwych punktach fiksacji jest warunkowane doświadczeniem i poziomem sportowym. Na przykład Radlo i wsp. (2001) poddali analizie efektywność procesów uwagi wzrokowej zawodników baseballu. W badaniach analizowano wartości latencji i amplitudy fali P300 zawodników podczas wyświetlania trajektorii lotu piłki o różnej technice wykonania rzutów. W eksperymencie oceniono również szybkość rozpoznania właściwego rodzaju rzutu. Z badań wynika, że zawodnicy o niższym poziomie sportowym charakteryzowali się większą amplitudą fali P300, dłuższym czasem reakcji oraz słabszymi wynikami w rozpoznaniu techniki rzutów. Autorzy sugerowali, że rozpoznanie rodzaju rzutów wymagało mniejszego angażowania procesów uwagi u zawodników o wyższym poziomie sportowym w porównaniu do zawodników o niższym poziomie sportowym. Świadczy to o większej efektywności procesów dyskryminacji specyficznych bodźców u zawodników o dużym doświadczeniu i wysokich osiągnięciach sportowych.

Z kolei Savelsbergh i wsp. (2002) badali skupienie uwagi wzrokowej oraz zdolność antycypacji u bramkarzy w czasie rzutu karnego w piłce nożnej. W celu przeprowadzenia badań sfilmowano (z perspektywy bramkarza) wykonywanie rzutów karnych. Klipy filmowe były przedstawiane na ekranie o rozmiarach stwarzających zbliżone warunki do występujących w czasie meczu. W badaniach uczestniczyli bramkarze wysoko kwalifikowani oraz bramkarze o mniejszych osiągnięciach i stażu sportowym. Przy użyciu specjalnego joysticka bramkarze udzielali odpowiedzi na rzuty karne, co było prezentowane na filmie. Metoda ta pozwoliła na rejestrowanie ciągłych odpowiedzi na bodźce wzrokowe. Analizie poddano stosunek obronionych rzutów karnych, jak również częstotliwość i rozpoczęcie ruchów korygujących na joysticku. Umiejętność skupienia uwagi wzrokowej na właściwych punktach fiksacji była rejestrowana za pomocą systemu zapisu ruchu gałki ocznej (ang. *eye tracking system*). Na podstawie badań stwierdzono, że bramkarze na poziomie mistrzowskim byli z reguły dokładniejsi w przewidywaniu kierunku rzutu karnego. Odznaczali się dłuższym czasem wyczekiwania na rozpoczęcie ruchu i wykonywali mniej ruchów korygujących oczu. Ponadto zawodnicy wysoko kwalifikowani używali skuteczniejszej strategii, która polega na mniejszej liczbie fiksacji, a miejsca, w których skupiali wzrok, były mniej rozbieżne względem siebie niż w grupie o niższym poziomie sportowym. Zawodnicy początkujący z kolei dłużej skupiali uwagę wzrokową

na korpusie, ramionach i biodrach zawodników oddających strzał, podczas gdy eksperci koncentrowali się na nodze uderzającej, nieuderzającej i położeniu piłki, szczególnie w samym momencie strzału.

Specyficzne metody badań uwagi wzrokowej w czasie działań techniczno-taktycznych są oparte współcześnie na systemach eyetrackingowych, szerzej scharakteryzowanych w rozdziale 5.

Opisane kompetencje percepcyjno-kognitywne w odniesieniu do specyfiki podejmowanej aktywności sportowej w bezpośredni sposób przyczyniają się do tworzenia i modyfikowania wiedzy o sytuacjach występujących w czasie gry. Rozwijanie struktur poznawczych odbywa się wraz z nabywanym doświadczeniem sportowym. W celu zwiększenia efektów treningowych prowadzących do skrócenia okresu kształtowania dyspozycji zawodników w grach sportowych należy wdrażać programy treningowe ukierunkowane na doskonalenie elementów percepcji wzrokowej.

Piśmiennictwo

- Abernethy B. (1987), *Selective attention in fast ball sports: II Expert – novice differences*, Australian Journal of Science and Medicine in Sport, 19 (4), 3–6.
- Aglioti S.M., Cesari P., Romani M., Urgesi C. (2008), *Action anticipation and motor resonance in elite basketball players*, Nature Neuroscience, 11 (9), 1109–1116.
- Alves H., Voss M.W., Boot W.R., Deslandes A., Cossich V., Salles J.I., Kramer A.F. (2013), *Perceptual-cognitive expertise in elite volleyball players*, Frontiers in Psychology, 4, 36.
- Ando S., Kida N., Oda S. (2001), *Central and peripheral visual reaction time of soccer players and nonathletes*, Perceptual and Motor Skills, 92 (3), 786–94.
- Dane S., Erzurumluoglu A. (2003), *Sex and handedness differences in eye-hand visual reaction times in handball players*, International Journal of Neuroscience, 113 (7), 923–929.
- Davranche K., Burle B., Audiffren M., Hasbroucq T. (2005), *Information processing during physical exercise: a chronometric and electromyographic study*, Experimental Brain Research, 165, 532–540.
- Davranche K., Burle B., Audiffren M., Hasbroucq T. (2006), *Physical exercise facilitates motor processes in simple reaction time performance: An electromyographic analysis*, Neuroscience Letters, 396, 54–56.

- Dicks M., Davids K., Button C. (2010), *Individual differences in the visual control of intercepting a penalty kick in association football*, Human Movement Science, 29 (3), 401–411.
- Feigl B., Stewart I., Brown B. (2007), *Experimental hypoxia in human eyes: Implications for ischaemic disease*, Clinical Neurophysiology, 118, 887–895.
- Garhöfer G., Zawinka C., Resch H., Menke M., Schmetterer L., Dorner G.T. (2003), *Effect of intravenous administration of sodium lactate on retinal blood flow in healthy subjects*, Investigative Ophthalmology & Visual Science, 44, 3972–3976.
- Hagemann N., Schorer J., Cañal-Bruland R., Lotz S., Strauss B. (2010), *Visual perception in fencing: do the eye movements of fencers represent their information pickup?*, Attention, Perception and Psychophysics, 72 (8), 2204–2214.
- Higashiura T., Nishihira Y., Kamijo K., Hatta A., Kim S.R., Hayashi K., Kaneda T., Kuroiwa K. (2006), *The interactive effects of exercise intensity and duration on cognitive processing in the central nervous system*, Advances in Exercise and Sports Physiology, 12 (1), 15–21.
- Hirose N. (2011), *Prediction of talent in youth soccer players: prospective study over 4–6 year*, Football Science, 8, 1–7.
- Kioumourtzoglou E., Kourtessis T., Michalopoulou M., Derri V. (1998), *Differences in several perceptual abilities between experts and novices in basketball, volleyball and water-polo*, Perceptual and Motor Skills, 86, 899–912.
- Kok A. (1997), *Event-related-potential (ERP) reflections on mental resources: a review and synthesis*, Biological Psychology, 21 (45), 19–56.
- Kokubu M., Ando S., Kida N., Oda S. (2006), *Interference effects between saccadic and key press reaction times of volleyball players and nonathletes*, Perceptual and Motor Skills, 103(3), 709–16.
- Löffing F., Hageman N. (2014), *Skill differences in visual anticipation of type of throw in team handball penalties*, Psychology of Sport and Exercise, 15 (3), 260–267.
- Mann D.T., Williams A.M., Ward P., Janelle C.M. (2007), *Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis*, Journal of Sport & Exercise Psychology, 29, 457–478.
- McPherson S.L., Vickers J.A. (2004), *Cognitive control in motor expertise*, International Journal of Sport and Exercise Psychology, 2 (3), 274–300.
- Montagne G., Bastin J., Jacobs D. (2008), *What is visual anticipation and how much does it rely on the dorsal stream?*, International Journal of Sport Psychology, 39, 149–156.
- Montes-Mico R., Bueno I., Candel J., Pans A.M. (2000), *Eye-hand and eye-foot visual reaction time of young soccer players*, Optometry, 71 (12), 775–780.

- Muiños M., Ballesteros S. (2013), *Visuospatial attention and motor skills in kung fu athletes*, *Perception*, 42, 1043–1050.
- Okuno T., Sugiyama T., Kohyama M., Kojima S., Oku H., Kieda T. (2006), *Ocular blood flow changes after dynamic exercise in humans*, *Eye*, 20, 796–800.
- Oudejans R.R.D., Koedijker J.M., Bleijendaal I., Bakker F.C. (2005), *The education of attention in aiming at a far target: Training visual control in basketball jump shooting*, *International Journal of Sport Psychology*, 3, 197–221.
- Panchuk D., Vickers J.N. (2006), *Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints*, *Human Movement Science*, 25(6), 733–752.
- Piras A., Lobietti R., Squatrito S. (2014), *Response time, visual search strategy and anticipatory skills in volleyball players*, *Journal of Ophthalmology*, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/189268>.
- Piras A., Vickers J.N. (2011), *The effect of fixation transitions on quiet eye duration and performance in the soccer penalty kick: instep versus inside kicks*, *Cognitive Processing*, 12 (3), 245–255.
- Planer P.M. (1994), *Sports vision manual*, International Academy of Sports Vision, Harrisburg.
- Radlo S., Janelle C.M., Barba D.A., Frehlich S.G. (2001), *Perceptual decision making for baseball pitch recognition: using P300 latency and amplitude to index attentional processing*, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72 (1), 22–31.
- Raczek J. (1991), *Koordynacyjne zdolności motoryczne (podstawy teoretyczno-empiryczne i znaczenie w sporcie)*, *Sport Wyczynowy*, 5–6, 8–19.
- Rektor I., Kanovský P., Bares M., Brázdil M., Streitová H., Klajblová H., Kuba R., Daniel P. (2003), *A SEEG study of ERP in motor and premotor cortices and in the basal ganglia*, *Clinical Neurophysiology*, 114, 463–471.
- Royal K.A., Farrow D., Mujika I., Halson S.L., Pyne D., Abernathy B. (2006), *The effects of fatigue on decision making and shooting skill performance in water polo players*, *Journal of Sports Sciences*, 24 (8), 807–815.
- Savelsbergh G.J.P., Williams M.A., Van der Kamp J., Ward P. (2002), *Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers*, *Journal of Sports Sciences*, 20, 279–287.
- Schorer J., Rienhoff R., Fischer L., Baker J. (2013), *Foveal and peripheral fields of vision influences perceptual skill in anticipating opponents' attacking position in volleyball*, *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 38 (3), 185–192.
- Shiffrar M., Freyd J. (1990), *Apparent motion of the human body*, *Psychological Science*, 1, 257–264.

- Starkes J.L., Ericsson K.A. (2003), *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise*, Human Kinetics, Champaign.
- Steciuk H., Zwierko T. (2015), *Gaze behavior in basketball shooting: Preliminary investigations*, Trends in Sport Sciences, 2 (22), 89–94.
- Thomson K., Watt A.P., Liukkonen J. (2009), *Differences in ball sports athletes speed discrimination skills before and after exercise induced fatigue*, Journal of Sports Science and Medicine, 8 (2), 259–64.
- Vansteenkiste P., Vaeyens R., Zeuwts L., Philippaerts R., Lenoir M. (2014), *Cue usage in volleyball: a time course comparison of elite, intermediate and novice female players*, Biology of Sport, 31 (4), 295–302.
- Vickers J.N. (1996), *Visual control when aiming at a far target*, Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 22, 342–354.
- Vickers J.N. (2007), *Perception, Cognition, and Decision Training: The Quiet Eye in Action*, Human Kinetics.
- Vickers J.N., Adolphe R.A. (1997), *Gaze behavior during a ball tracking and aiming skill*, International Journal of Sports Vision, 4 (1), 18–27.
- Viviani P. (2002), *Motor competence in the perception of dynamic events: A tutorial*, w: *Common mechanisms in perception and action: attention and performance*, red. W. Prinz, B. Hommel, Oxford University Press, Oxford, 406–442.
- Voss M.W., Kramer A.F., Basak C., Prakash R.S., Roberts B. (2010), *Are expert athletes „expert” in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of basic attention and perception and sport expertise*, Applied Cognitive Psychology, 24, 812–826.
- Williams A.M., Burwitz L. (1993), *Advance cue utilization in soccer*, w: *Science and football*, red. T. Reilly, J. Clarys, A. Stibbe, E. and F.N. Spon, London, 239–243.
- Williams A.M., Davids K., Williams J.G. (1999), *Visual perception and action in sport*, Taylor & Francis, London.
- Wu Y., Zeng Y., Zhang L., Wang S., Wang D., Tan X., Zhu X., Zhang J., Zhang J. (2013), *The role of visual perception in action anticipation in basketball athletes*, Neuroscience, 237, 29–41.
- Zwierko T. (2006), *Ocena poziomu wybranych elementów sprawności psychomotorycznej u zawodniczek uprawiających piłkę siatkową*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego 404, Prace Instytutu Kultury Fizycznej, 21, 119–129.
- Zwierko T. (2007), *Differences in peripheral perception between athletes and non-athletes*, Journal of Human Kinetics, 19, 53–62.
- Zwierko T. (2011), *Przebieg procesów sensomotorycznych i funkcji bioelektrycznej układu wzrokowego pod wpływem zwiększania intensywności wysiłku fizycznego*

u młodych aktywnych ruchowo mężczyzn, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.

- Zwierko T., Florkiewicz B., Fogtman S., Kszak-Krzyżanowska A. (2014), *The ability to maintain attention during visuomotor task performance in handball players and non-athletes*, Central European Journal of Sport Sciences and Medicine, 7 (3), 99–106.
- Zwierko T., Głowacki T., Osiński W. (2008), *The effect of specific anaerobic exercises on peripheral perception in handball players*, Kinesiologia Slovenica, 14, 68–76.
- Zwierko T., Lesiakowski P., Florkiewicz B. (2005), *Selected aspects of motor coordination of young basketball players*, Human Movement, 6 (2), 124–128.
- Zwierko T., Lubiński W., Lubkowska A., Niechwiej-Szwedo E., Czepita D. (2011), *The effect of progressively increased physical efforts on visual evoked potentials in volleyball players and non-athletes*, Journal of Sports Sciences, 29 (14), 1563–1572.
- Zwierko T., Osiński W., Lubiński W., Czepita D., Florkiewicz B. (2010), *Speed of visual sensorimotor processes conductivity of visual pathway in volleyball players*, Journal of Human Kinetics, 23, 21–27.

Część II

Diagnostyka układu wzrokowego

4. Badania okulistyczne

Lidia Puchalska-Niedbał

Wzrok jest jednym z najważniejszych zmysłów człowieka, który pozwala rozpoznawać przedmioty, osoby, orientować się w otaczającym świecie oraz lokalizować wzrokowo otaczającą przestrzeń. Wrażenia, które odbieramy za pomocą wzroku, kształtują się u nas stopniowo od urodzenia na zasadzie nakładania się nowych odruchów warunkowych na wrodzone bezwarunkowe odruchy fiksacyjne (kinestetyczna teoria widzenia Starkiewicza) (Starkiewicz 1969). Warunki, jakie muszą być spełnione, aby widzenie było dobre, to prawidłowa budowa całego układu wzrokowego, zachowana przezierność wszystkich ośrodków w oku oraz brak jakichkolwiek przeszkód utrudniających dotarcie wpadających promieni świetlnych do siatkówki. Dzięki sprawnemu układowi wzrokowemu możemy nie tylko korzystać z dóbr życia codziennego, lecz także rozwijać różnego rodzaju hobby, uprawiać dowolne dziedziny sportu.

Z prawidłową ostrością widzenia jest związana adekwatna reakcja naszego organizmu na różne bodźce wzrokowe. Dobry wzrok chroni nas przed zagrożeniami otaczającego nas środowiska, które jesteśmy zdolni zawczasu rozpoznać. Narząd wzroku często koryguje i pomaga wykonać precyzyjnie zamierzony ruch ciała, ułatwia uprawianie nieraz bardzo trudnych dyscyplin sportu wymagających dobrego refleksu, zwinności i oceny dystansu.

Sprawdzenie pełnej wydolności układu wzrokowego opiera się na wykonaniu wielu badań klinicznych, zastosowania różnorodnych testów ortoptycznych oraz na podstawie techniczno-komputerowego oprzyrządowania.

Okulistyczne badanie powinno zachować następującą kolejność:

- badanie ostrości wzroku (tablice Snellena),
- badanie wady refrakcji (autorefraktometr),
- badanie przedniego odcinka oka w biomikroskopie (lampa szczelinowa),

- badanie dna oka (soczewka Volka, oftalmoskop),
- badanie akomodacji (punkt bliży wzrokowej każdego oka, punkt bliży konwergencyjnej),
- sprawdzenie ustawienia oczu (test Hirshberga, cover-test, test pryzmatyczny),
- badanie ruchomości oczu w sześciu podstawowych kierunkach spojrzenia,
- badanie widzenia obuocznego (test Maddoxa do dali z 5 m, test Maddoxa do bliży z 30 cm, test z kolorowymi filtrami, test Bagoliniego) oraz badanie na synoptoforze (jednoczesna percepcja, fuzja i jej zakres konwergencyjny i dywergencyjny oraz stereoskopia).

Badanie ostrości wzroku

Badanie ostrości widzenia jest przeprowadzane z odległości 5 metrów oraz z 30 centymetrów na specjalnie opracowanych tablicach Snellena do dali i do bliży. Badamy zawsze każde oko oddzielnie, najpierw bez okularów, a następnie w korekcji okularowej korygującej wadę refrakcji, jeśli jest obecna. Prawidłowa ostrość wzroku jest wówczas, gdy badany odczytuje prawidłowo rząd oznaczony jako 1,0 na tablicy (tzn. najniżej położony rząd, który powinien być dobrze widziany z odległości 5 m) (ryc. 4.1). Ostrość wzroku do bliży sprawdzamy na tablicach przeznaczonych do tego celu, umieszczonych w odległości 30 centymetrów od oka.

Badanie wady refrakcji

Promienie świetlne wpadające do oka po załamaniu przez ośrodki przeziernie oka powinny skupić się na siatkówce oka, wtedy oko jest miarowe (emmetropia) i osoba badana prawidłowo odczytuje optotypy na tablicy Snellena. Ogniskowanie światła na siatkówce umożliwiając odpowiedni stosunek krzywizny i mocy łamiącej powierzchni optycznych (rogówka, soczewka) oraz współczynników załamania światła ośrodków optycznych gałki ocznej.



Rycina 4.1. Tablica Snellena z podświetlonym rzędem optotypów widzianym z odległości 5 metrów przez osoby z prawidłową ostrością wzroku

Wadę refrakcji stwierdza się, gdy układ optyczny w spoczynku nie ogniskuje na siatkówce wpadającej do gałki ocznej równoległej wiązki światła. Dzieje się tak, gdy oś gałki ocznej jest zbyt długa, a siła łamiąca rogówki i soczewki jest zbyt duża, wówczas wiązka wpadających do oka promieni skupia się przed siatkówką (typowy obraz oka krótkowzrocznego). Oko krótkowzroczne widzi dobrze z bliska, a nie widzi wyraźnie z daleka. W sytuacji odwrotnej, gdy gałka oczna jest krótka, a siła łamiąca ośrodków jest za słaba, wpadające do oka równoległe promienie świetlne są za słabo załamywane, wiązka światła skupia się poza gałką oczną, mówimy wówczas, że oko jest nadwzroczne. Przy takiej wadzie oko będzie niewyraźnie odbierać obrazy zarówno z bliska, jak i daleka, a objawy te stają się bardziej uciążliwe z wiekiem.

Astygmatyzm (niezborność) jest wadą refrakcji, gdy rogówka lub soczewka nie są symetryczne, wówczas brak jest skupienia odbieranego obrazu w jednym punkcie siatkówki, a efektem tego jest wrażenie rozmycia obrazu. Osoby

z zaawansowanym astygmatyzmem mogą mieć problemy z widzeniem na różne odległości. W nadwzroczności, krótkowzroczności i astygmatyzmie w zależności od wielkości wady refrakcji, dużej różnicy wady refrakcji między jednym a drugim okiem oraz od wieku badanego obecne nieostre widzenie może sprzyjać rozwojowi patologii narządu wzroku (pojawienie się niedowidzenia, zez).

Istnieje wiele metod badania wad refrakcji, jak również jest duża różnorodność oprzyrządowania.

Subiektywna metoda badania wady refrakcji to metoda Dondersa – polegająca na badaniu ostrości wzroku oka, kiedy badany patrzy w dal, a przed okiem zakłada się soczewki okularowe o różnej mocy do czasu, aż badana osoba stwierdzi, że obraz jest najostrzejszy. Można przyjąć wartość dopasowanej soczewki za wartość pokrywającą wadę refrakcji.

Obiektywna metoda badania wady refrakcji to skiaskopia (retinoskopia) – ręczne badanie polegające na rzutowaniu wiązki promieni świetlnych odbitych od specjalnego lusterka na dno oka i obserwowaniu kierunku ruchu czerwonego odbłasku z dna oka w obrębie źrenicy. W metodzie tej są używane specjalne listwy z osadzonymi w nich soczewkami (plusowe, minusowe) o różnej mocy. W celu przeprowadzenia obiektywnego badania konieczne należy farmakologicznie porazić mięsień rzęskowy (wewnątrz oka) odpowiadający za nastawność oka (akomodację).



Rycina 4.2. Przykład autorefraktometru używanego do badania wady refrakcji

Do obiektywnej metody również należy autorefraktometria (refraktometria automatyczna) wykorzystująca specjalne oprogramowanie komputerowe. Jest to zautomatyzowane, sterowane przez komputer badanie wady refrakcji, w którym wykorzystuje się zasadę skiaskopii. Po badaniu uzyskuje się wydruk wyniku wartości wady refrakcji. Do badania stosuje się różne autorefraktometry, w tym też ręczne, w zależności od warunków badania (ryc. 4.2).

Badanie w biomikroskopie (lampa szczelinowa)

Lampa szczelinowa jest urządzeniem najczęściej używanym do obserwacji przedniego odcinka oka. Umożliwia dostosowanie oświetlenia i powiększenia oglądanego obrazu przedniego odcinka i dna oka, jeśli użyjemy dodatkowego urządzenia (np. soczewki Volka). Do obserwacji przedniego odcinka oka stosuje się różne techniki oświetlenia dla każdego obszaru, uwydatniając spodziewane anomalie. Badanie w lampie szczelinowej pozwala na obiektywną ocenę struktur przedniej powierzchni oka, tęczówki, soczewki, przedniego odcinka ciała szklistego. Wybór lampy szczelinowej zależy od badającego. Istotne są możliwości wyboru szerokości szczeliny i jej długości. Jedną z głównych zalet obserwacji przedniej części oka w lampie szczelinowej jest elastyczność systemu oświetlenia istotna dla optymalizacji widoku interesującego nas szczegółu.

Badanie dna oka (oftalmoskopia)

Wnętrze gałki ocznej można ocenić bez badań inwazyjnych, wykorzystując cechę zdrowego oka – przezierność dla promieni świetlnych. Dobra ocena tylnego odcinka oka wymaga rozszerzenia źrenicy i zastosowania oftalmoskopu. Pierwszy oftalmoskop został zbudowany w 1851 roku przez Hermanna Helmholza. Przyrząd pod koniec XIX wieku udoskonalił polski okulista i wynalazca Ksawery Gałęzowski (Iłowiecki 1981). Mamy możliwość stosowania kilku rodzajów oftalmoskopii. W oftalmoskopii bezpośredniej używa się oftalmoskopu (ryc. 4.3). Jest to badanie podstawowe, stosowane w codziennej praktyce, niemniej dokładniejsza jest oftalmoskopia pośrednia. Do jej wykonania używa się lampy szczelinowej i dodatkowej soczewki (Volka) ustawianej bezpośrednio przed okiem badanego.



Rycina 4.3. Oftalmoskop do badania dna oka w oftalmologii bezpośredniej.

Dzięki temu uzyskuje się większe powiększenia oraz większy kąt, pod którym oglądane jest dno oka.

Badanie akomodacji

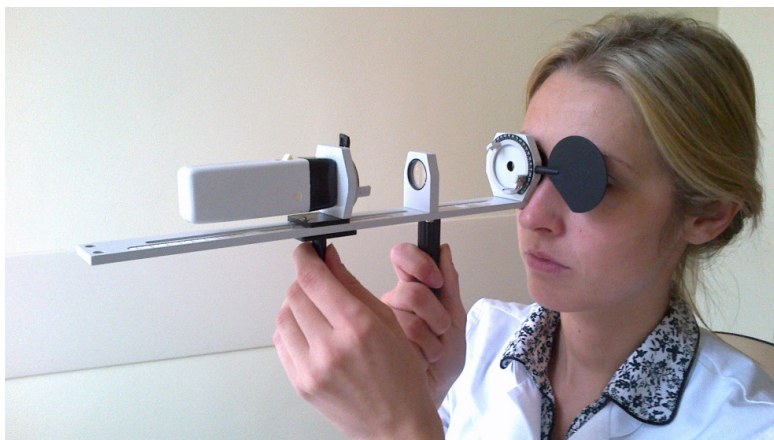
Akomodacja to przystosowanie całego układu optycznego oka do wyraźnego widzenia z różnej odległości, szczególnie z bliska. Akomodacja jest procesem złożonym i dynamicznym, z założenia system akomodacyjny powinien być elastyczny i odporny na zmęczenie u młodych osób, rozważana jest zarówno natura akomodacji, jak i mechanizm działania (Chen i wsp. 2003; Puchalska-Niedbał 2013). Akomodacja znajduje się w stanie największego napięcia, gdy oko nastawione jest na najbliższy położony punkt przed okiem (punkt bliży), z którego wychodzące promienie po załamaniu przez układ optyczny zbierają się na siatkówce.

Aktualne jest zagadnienie dotyczące częstości występowania zaburzeń akomodacji w zdrowej populacji (Sterner i wsp. 2004; Brown, Finaly 2005). Osoby ze skurczem akomodacji skarżą się na bóle głowy, szczególnie nasilające się przy wydłużonej pracy wzrokowej z bliska (Puchalska-Niedbał, Baranowska-George 2005). Opracowano wiele przyrządów mniej lub bardziej skomplikowanych do badania akomodacji, przykładem jest akkommodometer (ryc. 4.4a, 4.4b).

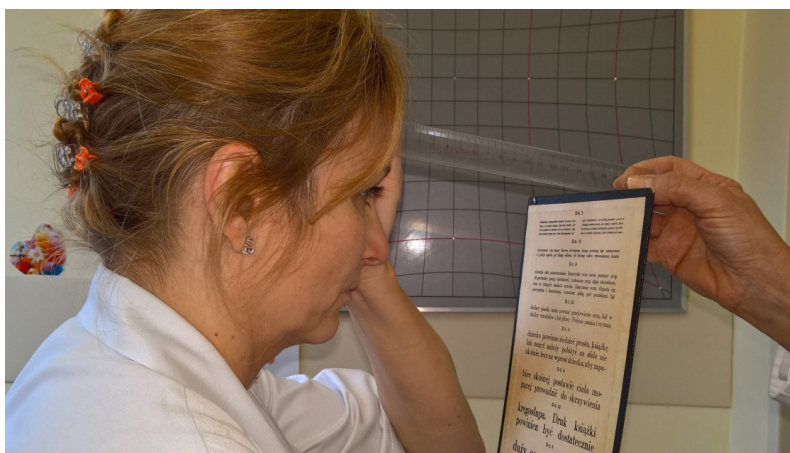
Najbardziej praktyczna i bardzo prosta metoda badania akomodacji polega na czytaniu każdym okiem oddzielnie optotypów umieszczonych na tablicy Snellena do bliży. Punkt bliży (Punctum Proximum) określa się dla każdego oka oddzielnie, badanie należy powtórzyć przynajmniej trzykrotnie, aby otrzymać wynik powtarzalny (wiarygodny). Osoba badana zgłasza moment zamazywania się najdrobniejszego druku ($D = 0,5$) na tablicy Snellena do bliży, w momencie zbliżania jej w kierunku badanego oka. Badający mierzy odległość czytanego tekstu od oka, przykładając linijkę do łuku brwiowego. Przy obliczeniach należy uwzględnić brakujące 10 milimetrów do rąbka rogówki (ryc. 4.5). Technicznie analogicznie przeprowadzamy badanie akomodacji konwergencyjnej. Linijkę umieszczamy pośrodku między brwiami na wysokości nasady nosa, oboje oczu jednocześnie obserwują zbliżający się optotyp, badany podaje moment zamazywania się obserwowanego optotypu. Badający mierzy odległość czytanego tekstu od oka, przykładając linijkę do łuku brwiowego. Przy obliczeniach należy uwzględnić brakujące 10 milimetrów do rąbka rogówki (ryc. 4.5). Gdy badany odczyta druk z odległości mniejszej niż połowa jego lat, oznacza to, że jego akomodacja jest lepsza od wymaganej w jego wieku, jeżeli z dalszej odległości, to oznacza osłabienie akomodacji (Baranowska-George 1993). U osób z wadami refrakcji badanie przeprowadzamy w korekcji wyrównującej wadę.



Rycina 4.4a. Aparat do badania akomodacji – akkommodometer



Rycina 4.4b. Sposób badania akomodacji akkommodometrem (każde oko oddzielnie)



Rycina 4.5. Badanie akomodacji za pomocą linijki i tablicy Snellena do blizy

Badanie ruchomości gałek ocznych

Badanie to przeprowadza się na podstawie obserwacji ruchu wodzenia okiem za obserwowanym przedmiotem. Ruchy powinny być płynne i symetryczne w każdym kierunku spojrzenia. Dokładny zakres ruchomości oka można wykonać keratometrem Wilczka (Puchalska-Niedbał 2002). W tym badaniu możemy rozpoznać niedowład lub porażenie mięśnia ruchowego gałki ocznej.

Badanie ustawienia oczu (test Hirshberga, cover-test, test przyzmatyczny)

Przy ustawieniu głowy w pozycji pierwotnej (na wprost), świecąc światłem ustawionym pół metra przed pacjentem, obserwujemy refleksy światła odbitego na obu źrenicach. Światło powinno być lokalizowane w centrum obu źrenic, jeśli nie ma zbaczania gałki ocznej (zeza). Test zakrywania i odkrywania oka (cover-test) wykonujemy przy ustawieniu głowy na wprost i obserwacji odległego przedmiotu oraz leżącego 30 centymetrów od oka. Kiedy oczy są ustawione równolegle (brak zeza), nie obserwujemy drgnięcia czy ruchu oka przy tym teście.

Badanie heteroforii

Test Maddoxa służy do badania heteroforii (zeza ukrytego). Badany siedzi przed skalą stycznych – krzyżem Maddoxa do dali (ryc. 4.6a). Ramiona skali stycznych do dali mają długość około 1 metra, pozwalają na badanie odchyień oka do 10 stopni. Na skrzyżowaniu dwóch osi znajduje się punkt świetlny, który badany obserwuje oboma oczami, mając przed jednym okiem umieszczoną pałeczkę Maddoxa. Badanie przeprowadza się w przyciemnionym pomieszczeniu, badany kieruje oczy na światło umieszczone na środku krzyża, przed jedno oko wstawiamy pałeczkę Maddoxa (ryc. 4.7) składająca się z licznych zlanych ze sobą cylindrycznych czerwonych prążków szklanych, które przekształcają światło na krzyżu Maddoxa w czerwony prążek świetlny. Patrząc przez pałeczkę, badany widzi czerwoną linię (wygląda jak prążek laserowy), określa jej położenie



Rycina 4.6a. Krzyż Maddoxa do pomiaru heteroforii do dali



Rycina 4.6b. Badanie heteroforii do blizy

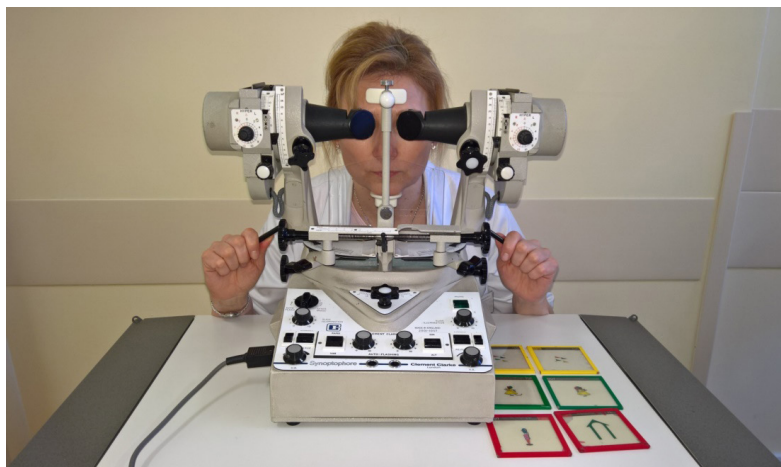


Rycina 4.7. Pałeczka Maddoxa

względem pionowej osi krzyża – kąt odchylenia oka (pozioma heteroforia), a następnie względem osi poziomej (pionowa heteroforia). W analogiczny sposób przeprowadzane jest badanie z bliskiej odległości, skrzydło Maddoxa jest umieszczone 30 centymetrów przed oczami (do bliży ryc. 4.6b). Na skrzyżowaniu osi pionowej i poziomej krzyża Maddoxa świeci się światelko, które jest obserwowane obuocznie przez badanego, z tym że przed jednym okiem umieszcza się pałeczkę Maddoxa.

Synoptofor

Synoptofor składa się z dwóch tub, w każdej z nich umieszcza się różne obrazki, które badany widzi oddzielnie każdym okiem. Uzyskanie widzenia obuocznego oparte jest na pobudzaniu zdolności łączenia dwóch prawie identycznych obrazów siatkówkowych obojga oczu w jeden (fuzja) i utrzymaniu tych obrazów (zakres fuzji) przy różnym ustawianiu oczu (ryc. 4.8a). Synoptofor jest aparatem



Rycina 4.8a. Badanie na synoptoforze



Rycina 4.8b. Pary obrazków umieszczanych w tubach synoptoforu

służącym do badania widzenia obuocznego i znakomitym narzędziem do ćwiczeń widzenia obuocznego (jednoczesnej percepcji, fuzji i stereopsji). Za pomocą widocznych ramion trzymanych przez badanego można odpowiednio łączyć dwa obrazki rozmieszczone w tubach, obserwowane każdym okiem oddzielnie.

Badanie powinno być przeprowadzane w korekcji okularowej, jeśli badany taką nosi. Tuby synoptoforu przesuwają się specjalnymi uchwyty, pozwalając na łączenie dwóch obserwowanych obrazków każdym okiem w jeden skompletowany obrazek (Krzystek i wsp. 1989).

Istnieją trzy stopnie pojedynczego widzenia obuocznego: jednoczesna percepcja, fuzja i stereopsja. Jednoczesna percepcja jest to zdolność do równoczesnego widzenia dwóch różnych obrazów powstałych na siatkówce każdego oka. Fuzja jest procesem ośrodkowego układu nerwowego (w korze wzrokowej), jest to zdolność łączenia prawie identycznych obrazków w jeden. Zakres fuzji określamy na synoptoforze, jak również w wolnej przestrzeni. Widzenie stereoskopowe jest trzecim stopniem widzenia obuocznego.

Tuby synoptoforu można ustawić odpowiednio do ustawienia oczu zezujących, tak że każde oko patrzy na obrazek umieszczony w tubie.

Zarówno w badaniu, jak i do leczenia używa się trzech typów obrazków:

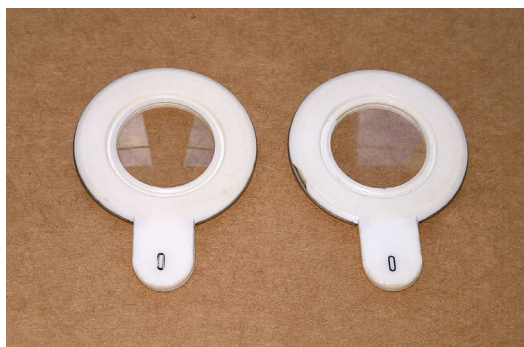
1. Obrazki do jednoczesnej percepcji, czyli badania pierwszego stopnia widzenia obuocznego. Obrazki są tak skonstruowane, że figura przedstawiona na jednym obrazku ma zostać wprowadzona w figurę znajdującą się na obrazku drugim (ryc. 4.8b).
2. Obrazki fuzyjne służące do badania drugiego stopnia widzenia obuocznego – fuzji. Każda para składa się z dwóch podobnych obrazków różniących się drobnym szczegółem. Badany nakłada dwa obrazki na siebie za pomocą ramion synoptofora, w ten sposób widzi jeden skompletowany we wszystkie szczegóły obrazek (ryc. 4.8b).
3. Obrazki stereoskopowe służące do badania trzeciego stopnia widzenia obuocznego – stereoskopii, czyli widzenia głębi (ryc. 4.8b). Każda para obrazków składa się z obrazków fuzyjnych lekko decentrowanych, padających na nieco inne punkty siatkówek. Fuzja tych dwóch obrazków daje wrażenie stereoskopowe (ryc. 4.9).

Para obrazków w dolnej części ryciny służy do badania pierwszego stopnia widzenia obuocznego – jednoczesnej percepcji. Środkowa para obrazków różniących się drobnym szczegółem służy do badania drugiego stopnia widzenia obuocznego – fuzji i jej zakresu. Na samej górze znajduje się para obrazków do badania widzenia głębi – stereopsji.

Do oceny fuzji i jej zakresu oprócz synoptoforu służą próby w wolnej przestrzeni do dali i bliży:

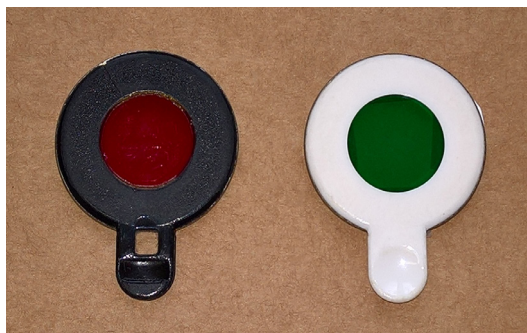
- test Bagoliniego,
- test z kolorowymi filtrami,
- testy Titmusa.

Test Bagoliniego jest testem słabo zdysocjowanym, zastosowanie mają szkła drobnoprążkowane (ryc. 4.9). Przed każdym okiem umieszcza się szkło Bagoliniego, badany obserwuje na krzyżu Maddoxa światelko umieszczone na skrzyżowaniu styecznych. Patrząc na światło przez takie szkło, badany zamiast światła punkowego widzi każdym okiem smugę ukośną przechodzącą przez obserwowane światło na krzyżu Maddoxa. Badanie przeprowadza się z odległości 5 metrów na krzyżu Maddoxa i z odległości 30 centymetrów (ryc. 4.9). Gdy badany ma prawidłowe widzenie obuoczne, widzi wówczas dwie krzyżujące się smugi światła. Dla ułatwienia rozpoznania przez badanego test Bagoliniego można połączyć z testem filtrowym, wtedy nawet małe dzieci potrafią rozróżnić dwa kolorowe krzyżujące się promyki (Puchalska-Niedbał 1984).



Ryc. 4.9. Test Bagoliniego

Test filtrowy służy do badania widzenia obuocznego do dali (5 m) i z bliska. Składa się z dwóch kolorowych filtrów (czerwonego i niebieskiego), które umieszcza się przed okiem badanego, czerwone przed prawym, zielone przed lewym. Badany obserwuje punkt świetlny na skrzyżowaniu styecznych na krzyżu Maddoxa. Osoba z prawidłowym widzeniem obuocznym będzie widziała jedno światelko o barwie wymieszanej (ryc. 4.10).



Rycina 4.10. Test filtrowy: dwa kolorowe filtry umieszczane przed okiem badanego

Test Titmusa

Do badania widzenia stereoskopowego stosuje się test Titmusa, który składa się z trójwymiarowych polaryzacyjnych obrazków umieszczonych na dwóch płytkach. Badany ogląda obrazki w szklach polaryzacyjnych. Pierwszy jest to test muchy, która przez okulary jest widziana trójwymiarowo. W pozostałych dwu testach (pierścienie i test ze zwierzętami) jeden ze szczegółów ma pewien stopień dysparycji i przy prawidłowej fuzji widziany jest bliżej niż płaszczyzna odniesienia (ryc. 4.11).



Rycina 4.11. Test Titmusa do badania widzenia stereoskopowego

Podsumowując, należy podkreślić istotną wartość narządu wzroku w życiu codziennym, znaczenie kontroli okulistycznej złożonego układu optycznego oka, jak również całego narządu wzroku pod kątem czynności oraz integracji z korą mózgową. Wprowadzając odpowiednie ćwiczenia wzrokowo-ruchowe, treningi optomotoryczne, można usprawniać narząd wzrokowy, szczególnie gdy zaszły niedomagania natury czynnościowej, zwłaszcza nabytej.

Piśmiennictwo

- Baranowska-George T. (1993), *Leczenie zezu ze szczególnym uwzględnieniem metody szczecińskiej*, Wydawnictwo Sylwiana, Szczecin, 59–60.
- Brown S., Finaly A. (2005), *Accomodative anomalies: are they often overlooked*, Transactions of the 30th ESA Meeting, Ireland, 61–64.
- Chen J.C., Schmid L., Brown B. (2003), *The autonomic control of accommodation and implications for human myopia development: a review*, Ophthalmic and Physiological Optics, 23, 401–422.
- Howiecki M. (1981), *Dzieje nauki polskiej*, Interpress, Warszawa.
- Krzystek K., Kubatko-Zielińska A., Pająk J., Nowak-Brygowa H. (1989), *Rozpoznawanie i leczenie choroby zezowej. Zasady i metodyka pracy ortoptystki*, PZWL, Warszawa, 88–94.
- Puchalska-Niedbał L. (1984), *Ocena przydatności niektórych prób widzenia obuocznego w warunkach ambulatoryjnych*, Klinika Oczna, 86, 155–58.
- Puchalska-Niedbał L. (2002), *Ruchomość gałek ocznych i wzrokowa lokalizacja ręczna w płaszczyźnie skośnej u osób zdrowych*, Annales Academiae Medicae Stetinensis suppl. 70.
- Puchalska-Niedbał L. (2013), *Akomodacja – obecny stan wiedzy*, Okulistyka (R XVI) 1, 25–27.
- Puchalska-Niedbał L., Baranowska-George T. (2005), *Zaburzenie akomodacji jako przyczyna bólów głowy – doniesienie wstępne*, Okulistyka, 8,3, 61–63.
- Starkiewicz W. (1969), *Fizjologiczne podstawy przestrzennych wrażeń wzrokowych ze szczególnym uwzględnieniem tworzenia normalnego widzenia dwuocznego u zezujących*, PZWL, Warszawa, 28–38.
- Sterner B., Gellerstedt M., Sjostom A. (2004), *The amplitude of accommodation in 6-10-years-old children not as good as expected*, Ophthalmic and Physiological Optics, 24, 246–251.

5. Ocena śledzenia ruchów gałek ocznych – system EyeTracking w działaniach motorycznych

Justyna Krzepota

W ostatnich latach coraz częściej we współczesnych metodach kontroli motorycznej i wzrokowo-ruchowej w sporcie wykorzystuje się nowoczesne narzędzia pomiarowe, które są efektem dynamicznie rozwijającej się nauki i techniki.

Chcąc przyczynić się do lepszego zrozumienia skuteczności strategii techniczno-taktycznych w działaniach ofensywnych i defensywnych wśród zawodników zespołowych gier sportowych, warto zauważyć, że niezmiennie istotne jest poszukiwanie i wdrażanie do treningu sportowego nowych metod treningowych, w warunkach typowego obciążenia startowego, a nie tylko w warunkach laboratoryjnych. Wykorzystanie i zastosowanie nowoczesnych systemów do rejestracji i analizy ruchów gałek ocznych stwarza nowe możliwości dla lepszego poznania mechanizmów utrzymania stabilności uwagi wzrokowej, kontroli koordynacji wzrokowo-ruchowej oraz lokalizacji przestrzennej i śledzenia poruszających się obiektów zarówno w centralnym, jak i peryferyjnym polu widzenia.

Okulografia poprzez wykorzystanie narzędzia badawczego EyeTracking stwarza nowe wieloaspektowe możliwości eksperymentalne w badaniach edukacyjnych (Błasiak i wsp. 2013), marketingowych (Wąsikowska 2015), lingwistycznych (Grucza 2011), pedagogiczno-psychologicznych (Sajka, Rosiek 2014), kartograficznych (Opach 2011), w badaniach nad audiodeskrypcją (Mazur, Chmiel 2011), a także w badaniach kierowców (Underwood i wsp. 2003), pracowników portów lotniczych (McCarley i wsp. 2004), jak również w wielu innych obszarach zainteresowań.

W sporcie szeroko zakrojone badania dotyczące zachowań wzrokowych potwierdzają, że uzyskane tą drogą informacje są niezmiernie istotną wskazówką dla indywidualizacji i optymalizacji metod treningowych w procesie szkolenia sportowego w takich sportach drużynowych, jak koszykówka (Vine, Wilson 2011; Steciuk, Zwierko 2015), piłka siatkowa (Piras i wsp. 2010), piłka nożna (Wood, Wilson 2011), piłka ręczna (Rivilla i wsp. 2013), hokej (Cañal-Bruland i wsp. 2010), baseball (Kato, Fukuda 2002), krykiet (Land, Mcleod 2000), oraz w sportach indywidualnych: strzelectwo (Causer i wsp. 2011), boks, (Ripoll i wsp. 1995), karate (Williams, Elliott 1999), szermierka (Hagemann i wsp. 2010), tenis ziemny i tenis stołowy (Singer i wsp. 1996; Land, Furneaux 1997; Ward i wsp. 2002), badminton (Alder i wsp. 2014), squash (Abernethy 1990), czy wielu innych.

Wielowymiarowo rozpatrywane możliwości wykorzystania badań okulo-graficznych w działaniach motorycznych przyczyniają się do próby udzielenia odpowiedzi dotyczącej poprawy skuteczności zawodników. Obejmują one między innymi porównania zachowań wzrokowych zawodników o różnym stopniu zaawansowania sportowego (Williams, Elliott 1999; Williams 2000; Hagemann i wsp. 2010; Lee 2010; Uchida i wsp. 2014), a także porównania strategii wyszukiwania wzrokowego w zależności od charakteru i złożoności wykonywanego zadania czy też pozycji zajmowanej na boisku (Williams 2000; Du Toit i wsp. 2009). W grach zespołowych, w których potencjalny sukces mierzony jest liczbą zdobytych bramek, dla drużyny nadrzędnym celem jest umieszczenie piłki w bramce, a dla bramkarza skuteczna obrona oddanego strzału. Dlatego szeroko zakrojone są dociekania naukowców oraz praktyków: trenerów, szkoleniowców i instruktorów, dotyczące analizy zachowań wzrokowych przyczyniających się do lepszego rozpoznania mechanizmów skuteczności zarówno ze strony zawodników atakujących, jak i broniących (Savelsbergh i wsp. 2002; Cañal-Bruland i wsp. 2010; Dicks i wsp. 2010; Wood, Wilson 2010; Wood, Wilson 2011; Tay i wsp. 2012; Rivilla i wsp. 2013; Timmis i wsp. 2014).

Analiza wielorakich elementów znamienych dla uzyskania przez danego zawodnika najlepszych rezultatów skupia się na ustaleniu punktów, na których koncentruje się wzrok zawodnika podczas wykonania zadania motorycznego, oraz rozpoznaniu, jakich strategii wzrokowych używają zawodnicy w celu śledzenia poruszającego się obiektu czy też przewidywania właściwego miejsca celu (Lee 2010; Piras i wsp. 2010; Savelsbergh i wsp. 2010; Spering i wsp. 2011; Diaz i wsp. 2013).

Niezmiennie aktualnym i interesującym tematem badawczym pozostaje poszukiwanie interakcji pomiędzy różnymi percepcyjno-kognitywnymi zdolnościami, które determinują procesy antycypacji i przewidywania decyzji (Roca i wsp. 2013) a także wpływ instrukcji słownej na strategię wyszukiwania wzrokowego (Al-Abood i wsp. 2002).

Badacze, wykorzystując badania okulograficzne, koncentrują się (Williams 2000) na poszukiwaniu kluczowych komponentów zdolności percepcyjnych, które będą miały istotne implikacje dla identyfikacji talentów sportowych. Przegląd badań potwierdza (Williams 2000), że doświadczeni zawodnicy mogą efektywniej przywołać i rozpoznać wzory gry niż zawodnicy mniej doświadczeni. Podkreśla się również, że zdolność do odkodowania, otrzymania i rozpoznania informacji sportowej wynika ze skomplikowanych, kompleksowych i długofalowych struktur pamięci, które są niezbędne w procesie antycypacji. Ponadto stwierdza się, że zawodnicy o wysokich umiejętnościach sportowych mogą lepiej kontrolować ruchy gałek ocznych niezbędne do wyszukiwania istotnych źródeł informacji.

Odrębnym torem podążają badania dotyczące zagadnienia związanego z treningiem *quiet eye* (spokojne oko) (Vickers 2007). Jak uczyć i doskonalić umiejętności motoryczne w sposób najefektywniejszy i jak zapobiegać spadkowi skuteczności w działaniach wykonywanych pod presją – stanowi jedno z kluczowych pytań w obrębie literatury psychologii sportu (Vine i wsp. 2014). Okazuje się, że niepokój może zakłócać utrzymanie uwagi wzrokowej i kontrolę wzrokowo-ruchową podczas wykonywania działań motorycznych. Stąd również badacze poszukują odpowiedzi na pytanie dotyczące skuteczności treningu *quiet eye* i jego znaczenia dla poprawy utrzymania uwagi wzrokowej nie tylko w warunkach treningowych, lecz także w warunkach rzeczywistych i pod presją (Harle, Vickers 2001; Wilson i wsp. 2009; Causer i wsp. 2011; Vine, Wilson 2011; Wood, Wilson 2011).

Obecnie głównym trendem wśród zagadnień istotnych dla praktyki sportowej jest podkreślenie wykorzystania nowoczesnych technologii w badaniach naukowych, ale co istotniejsze – przeniesienie uzyskanych wyników badań na potrzeby użyteczności przez trenerów i instruktorów w celu poprawy skuteczności szkolenia i uzyskania potencjalnego sukcesu.

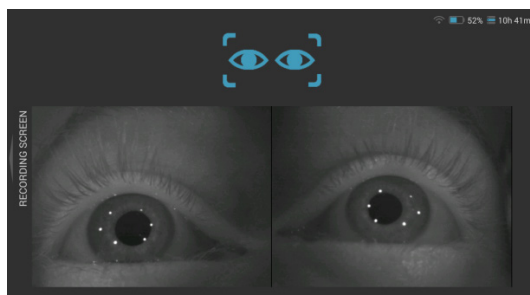
Bezprzewodowy (mobilny) SMI EyeTracking Glasses System

Zachowania wzrokowe w ramach prowadzonego projektu („Analiza skuteczności działań techniczno-taktycznych w zespołowych grach sportowych w aspekcie doskonalenia wybranych funkcji percepcji wzrokowej”, RSA201852) rejestrowano mobilnym urządzeniem (ryc. 5.1) SMI EyeTracking Glasses System w postaci okularów (SMI ETG 2w, Niemcy).



Rycina 5.1. Bezprzewodowy (mobilny) SMI EyeTracking Glasses System

SMI EyeTracking Glasses System rejestruje ruchy gałek ocznych (ryc. 5.2). W okulary EyeTracking wmontowane są działające na podczerwień czujniki LED śledzące ruchy gałek ocznych oraz kamera sceny o jakości HD (1280×960 25 fps), z automatyczną korekcją błędu paralaksy i częstotliwością rejestracji ruchów oka 60 Hz.



Rycina 5.2. Obraz oczu rejestrowany i widoczny na urządzeniu smartfon SAMSUNG Galaxy S4 GT-I9505

Okulary połączone są interfejsem z urządzeniem rejestrującym (smartfon SAMSUNG Galaxy S4 GT-I9505), które dla potrzeb prowadzonych badań umieszczono w saszetce umocowanej na pasie badanego zawodnika. Przy wykorzystaniu bezprzewodowego (mobilnego) systemu EyeTracking zachowania wzrokowe są rejestrowane w naturalnym (rzeczywistym) środowisku badanego (ryc. 5.3).



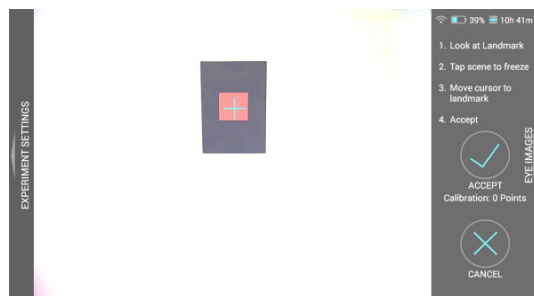
Rycina 5.3. Zawodnik w okularach podczas rzutu na bramkę w piłce ręcznej

Ruchy oka były rejestrowane przy użyciu oprogramowania iViewETG wersja 2.2. Przed rozpoczęciem badań prowadzono jednopunktową kalibrację urządzenia (ryc. 5.4). W trakcie prowadzonych badań korzystano z punktu referencyjnego, by sprawdzić kalibrację na poziomie analizy wyników, wykorzystując funkcję *offset correction*.

Dane analizowano metodą klatka po klatce (ang. *frame by frame*) przy użyciu oprogramowania SMI BeGaze 3.5.101.

Badania z wykorzystaniem systemu EyeTracking są czasochłonne i wymagają analizy danych jakościowych, tj. analizy filmu klatka po klatce w celu obserwacji fiksacji (utrzymania wzroku na danym punkcie), sakkad (ruchów oka zachodzących pomiędzy kolejnymi fiksacjami) czy ścieżki wzroku podczas śledzenia poruszającego się obiektu, oraz analizy ilościowej z wykorzystaniem miar

statystyk opisowych (aby przedstawić wartości liczbowe analizowanych parametrów, np. czas fiksacji).



Rycina 5.4. Przykładowa kalibracja urządzenia

W tym celu jest pomocne oprogramowanie umożliwiające przedstawienie wyników w postaci na przykład map ciepła, map skupienia czy obszarów zainteresowań, jak również surowych danych analizowanych zmiennych. Ponadto oprogramowanie umożliwia eksport wyników do popularnych programów obliczeniowych.

Eksperymenty prowadzone w grach zespołowych w ramach realizowanego projektu z wykorzystaniem SMI EyeTracking Glasses System i oprogramowania SMI BeGaze 3.5.101

Każdorazowo przed przystąpieniem do eksperymentu przeprowadzano procedurę kalibracji urządzenia EyeTracking indywidualnie dla każdego badanego. Uczestnicy badań zakładali okulary, po czym przeprowadzano jednopunktową kalibrację sprzętu, podczas której badani utrzymywali wzrok na ustalonym punkcie referencyjnym (w odległości około 1,5 m) w celu uzyskania właściwej rejestracji.

Piłka siatkowa

W projekcie dotyczącym piłki siatkowej przy wykorzystaniu mobilnego systemu EyeTracking rejestrowano ruchy gałek ocznych w czasie odbioru zagrywki. Uczestniczkami badań były zawodniczki ekstraklasy oraz studentki sekcji akademickiej piłki siatkowej Uniwersytetu Szczecińskiego (5 zawodniczek AZS oraz 5 zawodniczek ekstraklasy). W części właściwej eksperymentu trener wykonywał 18 zagrywek zza linii końcowej. Każda zagrywka była wykonywana w dowolną strefę boiska. Do odbioru ustawione były trzy zawodniczki, wśród których tylko jedna miała założone okulary rejestrujące jej zachowania wzrokowe (ryc. 5.5). Podczas pierwszych sześciu zagrywek zawodniczka w okularach była przygotowana do odbioru zagrywki, stojąc w I strefie boiska. Podczas kolejnych sześciu zagrywek zawodniczka była przygotowana do odbioru, stojąc w VI strefie, i do ostatnich sześciu – w V strefie boiska. Zawodniczki nie były poinformowane o kierunku, technice i rodzaju planowanej zagrywki, a zadaniem każdej z nich był odbiór zagrywki.

Przed przystąpieniem do właściwej części badań w celu adaptacji do okularów zawodniczka odbierała pięć zagrywek próbnych, które nie były brane pod uwagę w dalszej analizie badań.



Rycina 5.5. Ustawienie zawodniczek w analizowanej akcji podczas realizowanego eksperymentu w piłce siatkowej

Każdorazowo po odbiorze zagrywki następowała weryfikacja kalibracji poprzez utrzymanie wzroku na punkcie referencyjnym znajdującym się na wysokości oczu zawodniczki w odległości około 1,5 metra. Każda uczestniczka badań

odbierała 18 zagrywek. Analizie poddano procentowy udział poszczególnych miejsc lokalizacji fiksacji.

W niniejszym eksperymencie wyodrębniono 12 miejsc lokalizacji fiksacji: 0) parkiet; 1) przewidywany punkt w przestrzeni nad zawodnikiem, gdzie znajduje się piłka; 2) nogi; 3) piłka; 4) ręka serwująca; 5) tułów; 6) głowa; 7) ręka podrzucająca; 8) punkt w przestrzeni pomiędzy piłką a ręką serwującą; 9) uderzenie piłki podczas zagrywki; 10) punkt poza obszarem zainteresowania; 11) punkt w przestrzeni nad siatką. Dla potrzeb niniejszego eksperymentu wykonywana zagrywka została podzielona na cztery fazy: w fazie pierwszej następowało przyjęcie postawy wyjściowej i podrzut piłki; w fazie drugiej następował zamach ramienia uderzającego; w fazie trzeciej następowało uderzenie piłki; faza czwarta obejmowała lot piłki.

Piłka nożna

W eksperymencie prowadzonym w ramach piłki nożnej rejestrowano zachowania wzrokowe z pozycji obrońcy biorącego udział w sytuacji gry 1 × 1. Uczestnikom badań (6 zawodników ekstraklasy, 6 zawodników sekcji akademickiej piłki nożnej oraz 6 studentów niebędących zawodnikami i niemających doświadczenia w grze w piłkę nożną) zaprezentowano 20 sekwencji filmowych.

Każde nagranie trwało około 5 sekund. Sekwencje filmowe zostały nagrane na naturalnym boisku piłkarskim w centralnym sektorze boiska przed polem karnym, z pozycji piłkarza broniącego w sytuacji frontalnej. Pozycja kamery (umieszczona na czole obrońcy) oddawała w możliwie najlepszy sposób punkt widzenia obrońcy w sytuacji rozegrania akcji 1 × 1.

Przed przystąpieniem do badania następowała kalibracja urządzenia dla każdego badanego oddzielnie. Badani stali w odległości 4 metrów od ekranu (3,5 × 3,5 m). Przed rozpoczęciem projekcji filmów badani otrzymali wskazówki o konieczności zachowanie się jak w rzeczywistych warunkach gry 1 × 1. Podczas eksperymentu nie przekazywano badanym żadnych informacji dotyczących strategii obserwacji prezentowanych sekwencji filmowych. Właściwa część eksperymentu została poprzedzona pięcioma przykładowymi sekwencjami filmowymi w celu zapoznania się z urządzeniem i procedurą badawczą. Prezentowane filmy nie pojawiały się w części głównej eksperymentu. Po każdym zaprezentowanym filmie dokonywano kontroli dokładności kalibracji urządzenia poprzez obserwacje punktu referencyjnego umieszczonego na środku ekranu.

Piłka ręczna

W eksperymencie prowadzonym z zakresu piłki ręcznej uczestnicy badań bronili rzutów karnych (ryc. 5.6) zgodnie z przepisami gry w piłkę ręczną Międzynarodowej Federacji Piłki Ręcznej (IHF). Przed przystąpieniem do części właściwej eksperymentu przez 5 minut zawodnik wykonywał elementy techniki gry w piłkę ręczną w celu adaptacji do warunków rejestracji (podania, chwyt, kozłowanie, rzuty). Podczas rejestracji właściwej bramkarze bronili pięciu rzutów karnych, pomiędzy rzutami zastosowano 30-sekundowe odstępy czasowe. Przed każdym z rzutów przeprowadzano dodatkowo kontrolę rejestracji urządzenia EyeTracking, korzystając z punktu referencyjnego.



Rycina 5.6. Ustawienie zawodnika w analizowanej akcji podczas realizowanego eksperymentu w piłce ręcznej

Koszykówka

Projekt badań w koszykówce dotyczył rejestracji ruchów gałek ocznych w czasie statycznych i dynamicznych akcji rzutowych przy wykorzystaniu mobilnego systemu EyeTracking (ryc. 5.7) w warunkach podejmowania specyficznego testu wysiłkowego (Zwierko i wsp. 2016). Badania przeprowadzono z udziałem zawodników pierwszo- i drugoligowych i studentów sekcji akademickiej koszykówki Uniwersytetu Szczecińskiego oraz Akademii Wychowania Fizycznego we

Wrocławiu. Procedura badawcza zakładała wykonanie 60-sekundowego testu rzutów z półdystansu (Pojskić i wsp. 2011). Zawodnicy poruszali się biegiem według ściśle określonego schematu, starając się w czasie 60 sekund wykonać jak najwięcej celnych rzutów z pięciu określonych pozycji. Po każdym z rzutów zawodnik biegł do punktu startowego, po czym zajmował kolejną pozycję rzutową. Zgodnie z instrukcją testu w zbiorce piłki oraz podaniu piłki do wybiegającego na pozycję zawodnika uczestniczyło dwóch asystujących zawodników. Przed testem oraz bezpośrednio po teście rzutów dynamicznych każdy z zawodników wykonywał dwa rzuty wolne.

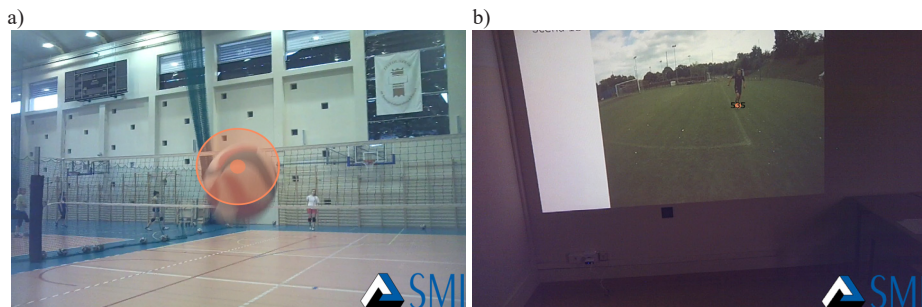


Rycina 5.7. Ustawienie zawodników w analizowanej akcji podczas realizowanego eksperymentu w koszykówce

Przykładowe sposoby graficznej prezentacji wyników SMI EyeTracking Glasses System przy wykorzystaniu oprogramowania SMI BeGaze 3.5.101

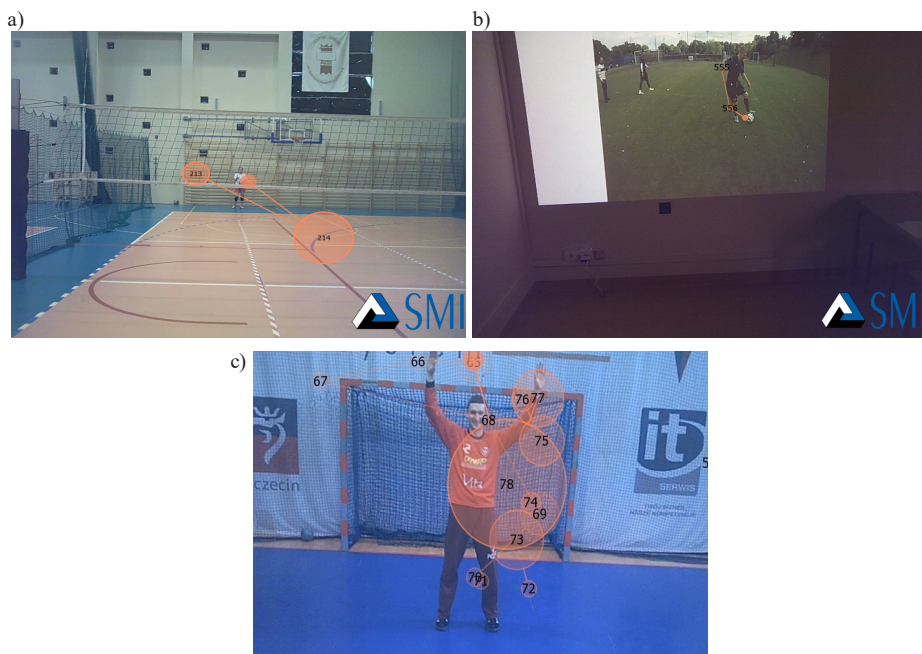
W badaniach prowadzonych z wykorzystaniem SMI EyeTracking Glasses System i oprogramowania SMI BeGaze 3.5.101 istnieje wiele różnych możliwości prezentacji wyników, które w zależności od celu badań i potrzeb prowadzonych eksperymentów można odpowiednio wykorzystywać. Niewątpliwie graficzna forma prezentacji wyników jest dla odbiorcy atrakcyjna wizualnie (ryc. 5.8–5.11).

Obserwacja miejsca lokalizacji fiksacji



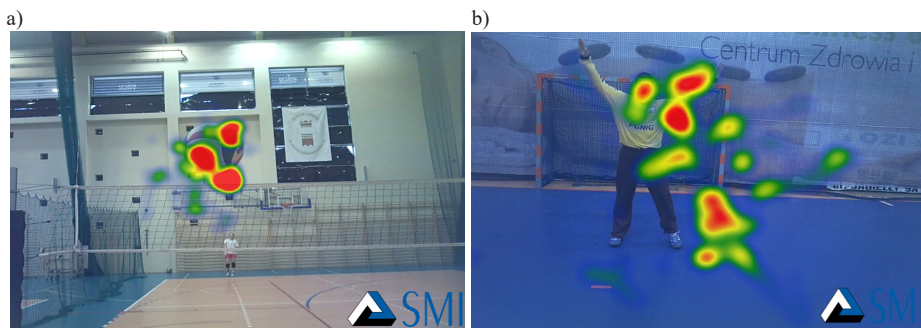
Rycina 5.8. Obraz ekranu komputera ukazujący miejsce punktu fiksacji podczas obserwacji w akcji rozgrywanej w: a) piłce siatkowej, b) piłce nożnej

Obserwacja ścieżki skanowania widzianego obszaru



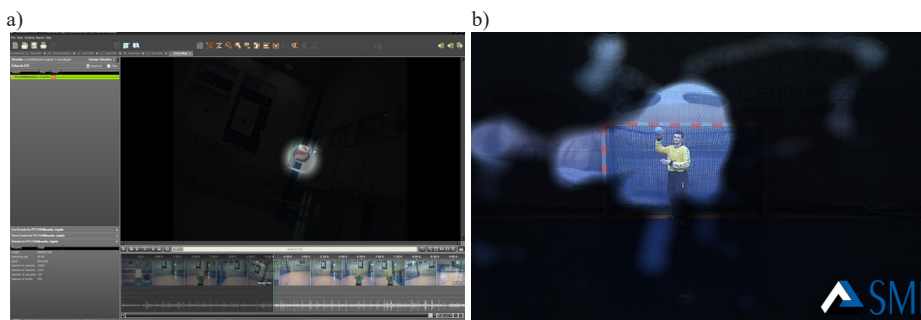
Rycina 5.9. Obraz ekranu komputera ukazujący ścieżkę skanowanego obszaru podczas obserwacji w akcji rozgrywanej w: a) piłce siatkowej, b) piłce nożnej, c) piłce ręcznej

Obserwacja mapy ciepłej



Rycina 5.10. Obraz ekranu komputera oglądającego obraz z zaznaczeniem miejsc, które przykuwały uwagę w największym stopniu podczas obserwacji w akcji rozgrywanej w: a) piłce siatkowej, b) piłce ręcznej

Obserwacja odwróconej mapy ciepłej



Rycina 5.11. Obraz ekranu komputera z wydzielonymi obszarami ukazującymi zapis rozkładu uwagi podczas obserwacji w akcji rozgrywanej w: a) piłce siatkowej, b) piłce ręcznej

Wskazówki praktyczne (wady i zalety wykorzystania Systemu EyeTracking)

Prowadzenie badań naukowych nad mechanizmami percepcji w działaniach motorycznych i wynikające z nich implikacje dla praktyki sportowej pozwalają przypuszczać, że badania z wykorzystaniem systemu EyeTracking w przyszłości będą się dynamicznie rozwijać. Niewątpliwą zaletą wykorzystania mobilnego urządzenia jest fakt przeniesienia prowadzonych badań z warunków laboratoryjnych na warunki rzeczywiste, pozwalające rejestrować zachowania wzrokowe w naturalnym środowisku.

Niemniej prowadzenie badań tego typu niesie ze sobą pewne trudności zarówno natury organizacji eksperymentu, jak i interpretacji uzyskanych wyników. Podstawowe ograniczenie dotyczy konieczności wykluczenia z badań osób, u których wykryto wady wzroku uniemożliwiające uczestnictwo w badaniach. Pomimo iż interpretacja wyników jest czasochłonna i wymaga analizy filmu klatka po klatce, warto podkreślić, że metoda ta stanowi zaletę, gdyż pozwala na analityczne rozpoznanie zagadnienia. Pojawiającym się problemem występującym na etapie interpretacji danych jest trudność w analizie obiektów dynamicznych i ruchomych. Umiejętność poprawnej interpretacji wyników rozwija się wraz z praktyką prowadzenia badań z wykorzystaniem systemu EyeTracking, a najczęstszym zarzutem pozostaje subiektywność interpretacji wyników (Kaczmarek 2012; Wąsikowska 2015). Również niewielka liczba uczestników eksperymentu w opinii niektórych badaczy może budzić wątpliwości i trzeba zwrócić uwagę na fakt, że koszt prowadzenia badań, w tym zakupu specjalistycznego sprzętu i oprogramowania, jest wysoki.

Pomimo ujemnych stron prowadzonych badań z wykorzystaniem systemu EyeTracking korzyści wynikające z poznania kluczowych mechanizmów zachowań wzrokowych są wymiernym efektem dotyczącym rzeczywistego przebiegu procesu percepcji. Istotna dla projektowania eksperymentu z wykorzystaniem tego systemu zawsze pozostaje identyfikacja pozytywnych aspektów i negatywnych stron prowadzonych badań, która pozwoli formułować konkluzję oraz praktyczną implikację uzyskanych wyników.

Piśmiennictwo

- Abernethy B. (1990), *Expertise, visual search, and information pick-up in squash*, Perception, 19, 63–77.
- Al-Abood S.A., Bennett S.J., Hernandez F.M., Ashford D., Davids K. (2002), *Effect of verbal instructions and image size on visual search strategies in basketball free throw shooting*, Journal of Sports Sciences, 20, 271–278.
- Alder D., Ford P.R., Causer J., Williams A.M. (2014), *The coupling between gaze behavior and opponent kinematics during anticipation of badminton shots*, Human Movement Science, 37, 167–179.
- Błasiak W., Godlewska M., Rosiek R., Wcisło D. (2013), *Eye tracking: nowe możliwości eksperymentalne w badaniach edukacyjnych*, Edukacja–Technika–Informatyka, 4, 481–488.
- Cañal-Bruland R., Van der Kamp J., Arkesteijn M., Janssen R.G., Van Kesteren J., Savelsbergh G.J. (2010), *Visual search behaviour in skilled field-hockey goalkeepers*, International Journal of Sport Psychology, 41, 327–339.
- Causer J., Holmes P.S., Williams A.M. (2011), *Quiet eye training in a visuomotor control task*, Medicine and Science in Sports and Exercise, 43, 1042–1049.
- Diaz G., Cooper J., Rothkopf C., Hayhoe M. (2013), *Saccades to future ball location reveal memory-based prediction in a virtual-reality interception task*, Journal of Vision, 13, 20–20.
- Dicks M., Button C., Davids K. (2010), *Examination of gaze behaviors under in situ and video simulation task constraints reveals differences in information pickup for perception and action*, Attention, Perception, & Psychophysics, 72, 706–720.
- Du Toit P.J., Kruger P.E., Chamane N.Z., Campher J., Crafford D. (2009), *Sport vision assessment in soccer players: physical education and sport science*, African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance, 15, 594–604.
- Grucza S. (2011), *Lingwistyka antropocentryczna a badania okulograficzne*, Lingwistyka Stosowana, 4, 149–162.
- Hagemann N., Schorer J., Cañal-Bruland R., Lotz S., Strauss B. (2010), *Visual perception in fencing: do the eye movements of fencers represent their information pickup?*, Attention, Perception, & Psychophysics, 72, 2204–2214.
- Harle S.K., Vickers J.N. (2001), *Training quiet eye improves accuracy in the basketball free throw*, Sport Psychologist, 15, 289–305.
- Kaczmarek M. (2012), *Mocne i słabe strony eye trackingu jako metody badania zachowań nabywców*, w: Foresight w praktyce zarządzania przedsiębiorstwem. Analizy

- i studia przypadków*, red. K. Borodako, M. Nowosielski, Instytut Zachodni, Poznań, 17–32.
- Kato T., Fukuda T. (2002), *Visual search strategies of baseball batters: eye movements during the preparatory phase of batting*, *Perceptual and Motor Skills*, 94, 380–386.
- Land M.F., Furneaux S. (1997), *The knowledge base of the oculomotor system*, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 29, 352, 1231–1239.
- Land M.F., McLeod P. (2000), *From eye movements to actions: how batsmen hit the ball*, *Nature Neuroscience*, 3, 1340–1345.
- Lee S.M. (2010), *Does your eye keep on the ball? The strategy of eye movement for volleyball defensive players during spike serve reception*, *International Journal of Applied Sports Sciences*, 22, 128–137.
- Mazur I., Chmiel A. (2011), *Odzwierciedlenie percepcji osób widzących w opisie dla osób niewidomych. Badania okulograficzne nad audiodeskrypcją*, *Lingwistyka Stosowana*, 4, 163–180.
- McCarley J.S., Kramer A.F., Wickens C.D., Vidoni E.D., Boot W.R. (2004), *Visual skills in airport-security screening*, *Psychological Science*, 15, 302–306.
- Opach T. (2011), *Zastosowanie okulografii (techniki eye-tracking) w kartografii*, *Polski Przegląd Kartograficzny*, 43, 155–169.
- Piras A., Lobietti R., Squatrito S. (2010), *A study of saccadic eye movement dynamics in volleyball: comparison between athletes and non-athletes*, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50, 99–108.
- Pojścić H., Šeparović V., Užičanin E. (2011), *Reliability and factorial validity of basketball shooting accuracy tests*, *Sport Scientific and Practical Aspects*, 8, 25–32.
- Ripoll H., Kerlirzin Y., Stein J.F., Reine B. (1995), *Analysis of information processing, decision making, and visual strategies in complex problem solving sport situations*, *Human Movement Science*, 14, 325–349.
- Rivilla G.J., Muñoz N.A., Grande R.I., Sanchís A.M., Sampedro M.J. (2013), *A comparative analysis of visual strategy in elite and amateur handball goalkeepers*, *Journal of Human Sport and Exercise*, 8, 743–753.
- Roca A., Ford P.R., McRobert A.P., Williams A.M. (2013), *Perceptual-cognitive skills and their interaction as a function of task constraints in soccer*, *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 35, 144–155.
- Sajka M., Rosiek R. (2014), *Wiedza potoczna: pomoc czy przeszkoda? Eye-trackingowa analiza rozwiązań zadania z zakresu nauk przyrodniczych*, *Edukacja–Technika–Informatyka*, 5, 375–383.

- Savelsbergh G.J., Haans S.H., Kooijman M.K., van Kampen P.M. (2010), *A method to identify talent: visual search and locomotion behavior in young football players*, Human Movement Science, 29, 764–776.
- Savelsbergh G.J.P., Williams A.M., Van der Kamp J., Ward P. (2002), *Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers*, Journal of Sports Sciences, 20, 279–287.
- Singer R., Cauraugh J.H., Chen D., Steinberg G.M., Frehlich S.G. (1996), *Visual search, anticipation, and reactive comparisons between highly-skilled and beginning tennis players*, Journal of Applied Sport Psychology, 8, 9–26.
- Spering M., Schütz A.C., Braun D.I., Gegenfurtner K.R. (2011), *Keep your eyes on the ball: smooth pursuit eye movements enhance prediction of visual motion*, Journal of Neurophysiology, 105, 1756–1767.
- Steciuk H., Zwierko T. (2015), *Gaze behavior in basketball shooting: Preliminary investigations*, Trends in Sport Sciences, 2 (22), 89–94.
- Tay C.S., Chow J.Y., Koh M., Button C. (2012), *The effectiveness of keeper-independent penalty kicks using fake visual cues from penalty takers*, International Journal of Sport Psychology, 43, 403–419.
- Timmis M.A., Turner K., van Paridon K.N. (2014), *Visual search strategies of soccer players executing a power vs. placement penalty kick*, PLoS One, 9, e115179, DOI: 10.1371/journal.pone.0115179.
- Uchida Y., Mizuguchi N., Honda M., Kanosue K. (2014), *Prediction of shot success for basketball free throws: visual search strategy*, European Journal of Sport Science, 14, 426–432.
- Underwood G., Chapman P., Brocklehurst N., Underwood J., Crundall D. (2003), *Visual attention while driving: sequences of eye fixations made by experienced and novice drivers*, Ergonomics, 46, 629–646.
- Vickers J.N. (2007), *Perception, Cognition, and Decision Training: The Quiet Eye in Action*, Human Kinetics.
- Vine S.J., Moore L.J., Wilson M.R. (2014), *Quiet eye training: the acquisition, refinement and resilient performance of targeting skills*, European Journal of Sport Science, 14, Suppl, 1, S235–S242.
- Vine S.J., Wilson M.R. (2011), *The influence of quiet eye training and pressure on attention and visuomotor control*, Acta Psychologica, 136, 340–346.
- Ward P., Williams A.M., Bennett S.J. (2002), *Visual search and biological motion perception in tennis*, Research Quarterly for Exercise and Sport, 73, 107–112.
- Wąsikowska B. (2015), *Eye tracking w badaniach marketingowych*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego 863, Studia Informatica, 36, 177–192.

- Williams A.M. (2000), *Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development*, Journal of Sports Sciences, 18, 737–750.
- Williams A.M., Elliott D. (1999), *Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate*, Journal of Sport and Exercise Psychology, 21, 362–375.
- Wilson M.R., Vine S.J., Wood G. (2009), *The influence of anxiety on visual attentional control in basketball free throw shooting*, Journal of Sport and Exercise Psychology, 31, 152–168.
- Wood G., Wilson M.R. (2010), *Gaze behaviour and shooting strategies in football penalty kicks: Implications of a „keeper-dependent” approach*, International Journal of Sport Psychology, 41, 293–312.
- Wood G., Wilson M.R. (2011), *Quiet-eye training for soccer penalty kicks*, Cognitive Processing, 12, 257–266.
- Zwierko T., Popowczak M., Woźniak J., Rokita A. (2016), *Gaze control in basketball jump shots and free throws*, Research Quarterly for Exercise and Sport, 87 (Suppl. 1), S99.

6. Ocena wzrokowych procesów sensomotorycznych

Teresa Zwierko, Piotr Lesiakowski, Wojciech Lubiński

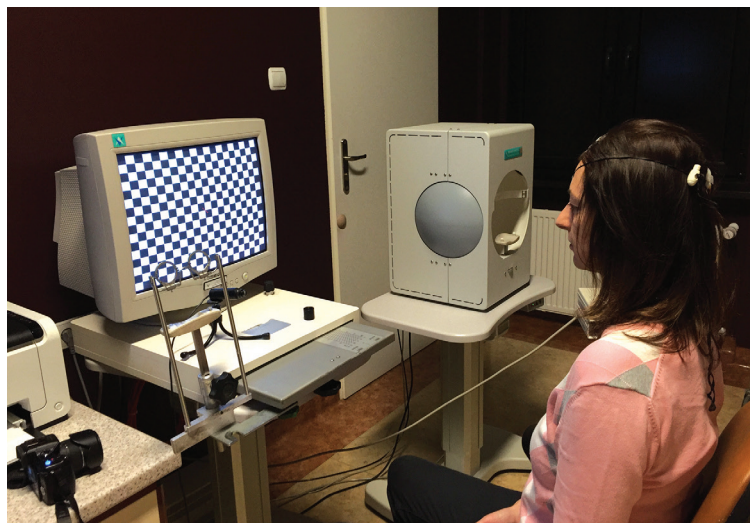
Przebieg procesów sensomotorycznych uaktywnia wiele złożonych funkcji psycho-neuro-fizjologicznych. Scott i wsp. (2000) definiują system sensomotoryczny jako sensoryczną, motoryczną i centralną integrację oraz przetwarzanie komponentów związanych z utrzymaniem łącznej homeostazy podczas aktywności funkcjonalnej. Mechanizm powiązań funkcji neurosensorycznych i neuro-mięśniowych jest związany z odbiorem bodźców, przekształcaniem ich w sygnał nerwowy, który transmitowany jest drogą aferentną do ośrodkowego układu nerwowego (OUN). W dalszej kolejności w systemie sensomotorycznym są aktywowane procesy związane z przetwarzaniem i integracją sygnału w różnych ośrodkach OUN. Ostatecznie poprzez aktywację mięśni jest realizowana odpowiedź motoryczna. System sensomotoryczny inicjuje i koordynuje wszystkie ruchy specyficzne niezbędne do realizacji celu działania.

Współczesne metody diagnozy sportowej umożliwiają ocenę mechanizmów na różnych etapach przetwarzania informacji, tj. sensorycznym, decyzyjnym oraz efektorowym. Poniżej poddano charakterystyce wybrane metody kliniczne, laboratoryjne oraz metody pomiaru wzrokowych funkcji sensomotorycznych w warunkach specyficznych dla treningu zespołowych gier sportowych. Sprzęt diagnostyczny wykorzystywany do oceny wzrokowych funkcji sensomotorycznych stanowi wyposażenie Laboratorium Kinezylogii w Centrum Badań Funkcjonalno-Strukturalnych Człowieka działającym przy Wydziale Kultury Fizycznej i Promocji Zdrowia Uniwersytetu Szczecińskiego oraz Laboratorium Elektrofizjologii Układu Wzrokowego Katedry i Kliniki Okulistyki Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie.

Wzrokowe potencjały wywołane (ang. *visual evoked potentials* – VEP)

Wzrokowe potencjały wywołane są stosowane do diagnozowania funkcji drogi wzrokowej, a także jako narzędzie do badania mechanizmów korowych przetwarzania wzrokowego (Di Russo i wsp. 2005). Stanowią odpowiedzi elektryczne na pojawiający się bodziec świetlny, których parametry (amplitudy, latencje) dostarczają informacji o funkcji drogi wzrokowej, poczynając od siatkówki, na strukturach korowych kończąc. Aktywność bioelektryczna VEP jest rejestrowana na poziomie ośrodków wzrokowych kory potylicznej, tj. 17, 18, 19 pola Brodmanna (Arroyo i wsp. 1997). Odpowiedzi wywołane stanowią zsynchronizowaną działaniem bodźca aktywność milionów neuronów korowych (Palacz i wsp. 2003).

W praktyce klinicznej wyróżnia się dwa typy odpowiedzi: wzrokowe potencjały wywołane przy stymulacji błyskiem oraz – znacząco częściej wykorzystywane w praktyce diagnostyki sportowej – wzrokowe potencjały wywołane przy stymulacji wzorcem. Do pobudzenia siatkówki jest stosowany wzorec pod postacią biało-czarnej szachownicy z naprzemienną zmianą faz. W laboratorium Elektrofizjologii Układu Wzrokowego Katedry i Kliniki Okulistyki Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie badania VEP przeprowadza się przy użyciu systemu Reti Scan (Roland, Germany). Badania VEP są przeprowadzone zgodnie z międzynarodowymi standardami badań elektrofizjologicznych ISCEV (ang. *International Society for Clinical Electrophysiology of Vision*) (Odom i wsp. 2010). Procedura kliniczna określa warunki przygotowania badań, stosowanej stymulacji i rejestracji danych. Osoba badana w pozycji siedzącej przed monitorem komputera (odległość 1 m) utrzymuje wzrok w punkcie fiksacji wyznaczonym na środku monitora (czerwony krzyżyk). Zapis uzyskuje się po stymulacji oka (oczu) wzorcem szachownicy pojawiającym się na monitorze z częstotliwością 1,5 Hz. W każdym typie stymulacji uśrednianych jest 200 odpowiedzi. W badaniach są stosowane elektrody powierzchniowe (kubkowe) umieszczone na głowie badanego według przyjętego tzw. systemu 10-20 (Jasper 1958) (ryc. 6.1). Impedancja elektrod nie przekracza 5 kOhm. Według standardowego protokołu klinicznego stymulacji dokonuje się w dwóch wersjach: 1) VEP dla większych kwadratów szachownicy ($1^{\circ}4'$); 2) VEP dla mniejszych kwadratów ($0^{\circ}16'$). Czas wykonania badania wynosił około 4 minut.



Rycina 6.1. Badanie wzrokowych potencjałów wywołanych

W badaniach są poddane analizie wartości amplitud (μV) i latencji (ms) załamków krzywej VEP w postaci fal N75, P100 i N135. Przyjmuje się, że źródłem fali N75 jest pierwszorzędowa kora wzrokowa (17 pole Brodmanna) (Bonmassar i wsp. 2001). Pochodzenie fali P100 jest wciąż dyskutowane, choć fala ta jest uznawana za najbardziej diagnostyczny parametr VEP. Fala P100 jest generowana przez obszary pierwszorzędowej kory wzrokowej (Bonmassar i wsp. 2001) lub obszary drugorzędowej kory wzrokowej (18, 19 pola Brodmanna) (Onofrj i wsp. 1995). Z kolei źródłem fali N135 jest drugorzędowa kora wzrokowa (Di Russo i wsp. 2005).

Wyniki niektórych prac eksperymentalnych potwierdzały, że komponenty wzrokowych potencjałów wywołanych różnią się u sportowców w porównaniu do osób nietreningujących. Z badań prowadzonych przez Thomasa i wsp. (2005) wynikało, że zawodnicy uprawiający krykiety charakteryzowali się krótszym czasem latencji fali N75 w porównaniu do grupy kontrolnej. Z kolei Delpont i wsp. (1991) obserwowali krótszy czas latencji fali P100 u tenisistów i zawodników trenujących squash w porównaniu do wioślarzy i nietreningujących. Podobne rezultaty uzyskano w badaniach prowadzonych wśród przedstawicieli takich dyscyplin, jak piłka siatkowa (Özmerdivenli i wsp. 2005; Zwierko i wsp. 2011; Lesiakowski 2016), szermierka (Taddei i wsp. 1991) czy karate (Del Percio i wsp. 2007). Powyższe obserwacje sugerują, że uczestnictwo w aktywności sportowej o charakterze

wysokiej dynamiki wymagającej dokładnych i szybkich reakcji na pojawiające się bodźce wzrokowe może mieć większy wpływ na efektywność przetwarzania wzrokowego w porównaniu do uczestnictwa w innych rodzajach treningu sportowego. Nie wszystkie wyniki badań potwierdzają jednak powyższe sugestie. Na przykład Zhao i wsp. (2009) stwierdzili redukcję latencji fali P100 zarówno w efekcie sześciotygodniowego treningu na cykloergometrze, ośmiotygodniowego treningu tenisa ziemnego, jak i sześciotygodniowego treningu aerobiku.

W badaniach poświęconych analizie uwarunkowań percepcji wzrokowej u sportowców istotnie wskazuje się na możliwość adaptacji funkcji wzrokowych do warunków determinowanych przez wymagania treningu sportowego. Na podstawie wyników badań naukowych można prognozować, że osiągnięcia sportowców mogą być wspierane przez neuroplastyczne zmiany mające miejsce już we wstępnym etapie przetwarzania sensorycznego. Z badań prowadzonych przez Lesiakowskiego (2016) wśród zawodników różnych dyscyplin sportu stwierdzono między innymi, że rodzaj podejmowanego treningu sportowego różnicuje funkcje przewodzenia impulsów wzrokowych. Uczestnictwo w treningu sportowym o wysokich wymaganiach percepcyjnych jest związane z szybszą transmisją sygnału w drodze wzrokowej. Osoby podejmujące trening gier zespołowych i boksu charakteryzują się krótszym czasem latencji fali P100 wzrokowych potencjałów wywołanych dla lokalizacji centralnej i obwodowej w warunkach stymulacji jednoocznej i obuocznej w porównaniu do zawodników podejmujących trening wioślarstwa. Ponadto stwierdzono, że długość stażu sportowego ma wpływ na wczesny proces przetwarzania sensorycznego w zakresie aktywności neuronalnej. Zawodnicy o dłuższym stażu sportowym w większości badanych grup sportowców (piłka siatkowa, piłka nożna, boks) charakteryzowali się mniejszą wartością amplitudy fali P100 wzrokowych potencjałów wywołanych, a tym samym mniejszą aktywnością neuronalną rejestrowaną na poziomie kory wzrokowej. Z kolei Zwierko i wsp. (2014) obserwowali, że w ciągu dwuletniego okresu treningu sportowego w piłce siatkowej dochodzi do istotnego skrócenia transmisji sygnału wzrokowego rejestrowanego na poziomie pierwszorzędowej kory wzrokowej (latencja fali P100). Stwierdzono też większe zmiany w zakresie przetwarzania informacji wzrokowej po stymulacji peryferyjnej części siatkówki oka. Wyniki sugerowały, że specyfika treningu sportowego w piłce siatkowej wpływa na modulację wczesnego przetwarzania sensorycznego.

Rekomendacja zastosowania elektrofizjologicznych parametrów oceny efektywności wczesnych etapów przetwarzania sensorycznego wydaje się zasadna z punktu widzenia poszukiwania nowych, w pełni obiektywnych metod

diagnozy mechanizmów percepcji wzrokowej w sporcie. Należy dodać, że badania uwarunkowań funkcji wzrokowych z punktu widzenia pracy trenera jest zagadnieniem wciąż mało poznanym i niedocenianym. W zespołowych grach sportowych z pewnością badanie funkcji przewodnictwa wzrokowego będzie miało znaczenie w odniesieniu do sytuacji wymagających stabilizacji widzenia obuocznego, funkcji widzenia oka dominującego czy szybkości koncentracji uwagi wzrokowej w czasie zamieniających się warunków widzenia zawodników działających w limicie czasu.

Wiedeński System Testów (WST)

System komputerowo wspomaganej diagnostyki sensomotorycznej jest kompletnym laboratoryjnym narzędziem wykorzystywanym w psychologii klinicznej i eksperymentalnej oraz w wielu innych dziedzinach, tj. transporcie, lotnictwie, organizacji i ergonomii pracy, poradnictwie edukacyjnym i zawodowym, sporcie itp. Aktualnie WST zawiera ponad sto różnego typu testów o szerokim zakresie diagnostycznym. Twórcą i producentem jest austriacka firma Dr. Schuhfried Medizintechnik GmbH. System zawiera szeroką listę procedur i urządzeń do prowadzenia badań aparaturowych. Składa się z jednostki sterującej, programu zarządzającego oraz konfigurowanego w zależności od potrzeb zestawu urządzeń peryferyjnych i testów komputerowych, realizowanych przy zastosowaniu panelu reakcyjnego, monitora, piór świetlnych, pedałów reakcyjnych itp. Wiedeński System Testów funkcjonuje w systemie operacyjnym MS Windows lub równoważnym, obejmuje oprogramowanie podstawowe, bazę danych, uruchamianie testów, prezentację i przechowywanie wyników, generowanie raportów oraz eksport wyników. Poniżej charakterystyce poddano wybrane testy WST wykorzystywane w diagnozie zawodników zespołowych gier sportowych. Charakterystykę testów wzbogacono opisem badań prowadzonych w zakresie diagnozy sportowej przez pracowników Zakładu Teorii Wychowania, Antropomotoryki i Zespołowych Gier Sportowych WKFiPZ US.

Test czasu reakcji (RT)

Test do pomiaru czasu reakcji na proste i złożone bodźce świetlne i dźwiękowe. Formy S1–S5 umożliwiają pomiar szybkości reakcji – odrębnie określa się czas reakcji oraz czas ruchu prostego. Na przykład badanie pomiaru czasu reakcji na proste bodźce wzrokowe w formie S1 testu obejmuje cykl składający się z 28 bodźców świetlnych (żółta lampka) pojawiających się w różnych odstępach czasu (2,5–6,0 s). Czas emisji bodźca trwa 1 sekundę. Osoba poddana badaniu przy stanowisku pomiarowym trzyma palec wskazujący ręki dominującej na klawiszu oczekiwania panelu sterującego. Zadaniem badanego po pojawieniu się bodźca na monitorze komputera jest jak najszybsze naciśnięcie klawisza reakcji (prostokątny czarny przycisk). Czas trwania testu wynosi 4 minuty. W formie S4 testu prezentowane są natomiast złożone bodźce wzrokowe w postaci 48 bodźców o zróżnicowanej charakterystyce (światło żółte i/lub czerwone wraz z sygnałem dźwiękowym o częstotliwości 2000 Hz). Zadaniem badanego jest jak najszybsze wciśnięcie klawisza reakcji po zauważeniu jednocześnie żółtego i czerwonego sygnału świetlnego zgodnie z procedurą zastosowaną przy ocenie czasu reakcji prostej. Czas emitowanego bodźca wynosił 1,2 sekundy, natomiast przerwy między kolejnymi bodźcami były zróżnicowane i obejmowały zakres



Rycina 6.2. Test reakcji złożonej

od 1,5 do 4,0 sekund. Czas trwania testu wynosił 5 minut. Prezentację bodźców na monitorze w teście RT S4 przedstawiono na rycinie 6.2.

Program oceny wyników testu RT rejestruje czasy poszczególnych reakcji w postaci:

- mediany szybkości reakcji (odstęp czasowy pomiędzy początkiem danego bodźca i naciśnięciem klawisza reakcji wyrażony w ms);
- mediany czasu reakcji (odstęp czasowy pomiędzy bodźcem i zwolnieniem klawisza oczekiwania w ms);
- mediany czasu ruchu prostego (odstęp czasowy pomiędzy zwolnieniem klawisza oczekiwania i naciśnięciem na klawisz reakcji w ms), liczba prawidłowych reakcji;
- liczby nieprawidłowych decyzji (zwolnień klawisza spoczynku dla nieistotnych bodźców);
- liczby nieprawidłowych reakcji (na bodźce nieistotne);
- liczby reakcji opuszczonych.

System umożliwia ponadto tworzenie różnych zestawów bodźców w celu pomiaru szybkości reakcji w odniesieniu do wymagań stawianych przez specyfikę dyscypliny sportowej. Zestawy te mogą składać się z pojedynczych bodźców (np. światło żółte, dźwięk) bądź z połączeń bodźców (wyprowadzanych sekwencyjnie lub jednocześnie, np. żółta/czerwona lub żółta/dźwięk, względnie żółta, żółta, czerwona, żółta, żółta, czerwona itd.).

Z badań prowadzonych przez Lesiakowskiego (2016) wynika, że efektywność procesów sensomotorycznych oceniana przy wykorzystaniu Wiedeńskiego Systemu Testów jest uzależniona od rodzaju podejmowanej aktywności sportowej, tj. im wyższy poziom wymagań w zakresie zaangażowania funkcji wzrokowych wynikającego ze specyfiki działań motorycznych w danej dyscyplinie sportu, tym większa efektywność wzrokowych procesów sensomotorycznych. Osoby uczestniczące w systematycznym treningu piłki siatkowej i piłki nożnej charakteryzują się krótszym czasem reakcji prostej i złożonej oraz wyższym poziomem zdolności utrzymania uwagi w czasie dyskryminacji bodźców wzrokowych w porównaniu do osób trenujących boks i wioślarstwo oraz do osób nietrenujących. Skuteczność zastosowania pomiaru czasu reakcji przy wykorzystaniu testu RT u zawodników gier sportowych dokumentowano również we wcześniejszych pracach (Zwierko i wsp. 2005a; Zwierko i wsp. 2005b).

Test widzenia peryferyjnego (PP)

Kompletny test służący do badania postrzegania peryferyjnego. W diagnozie sportowej test umożliwia ocenę czasu reakcji złożonej na bodźce pojawiające się w peryferyjnym polu widzenia. Test składa się z dwóch rodzajów zadań przeprowadzanych jednocześnie: z zadania postrzegania peryferyjnego oraz z centralnego zadania śledzącego, dzięki któremu uwaga osoby badanej skupia się w centrum pola widzenia. Zadanie postrzegania peryferyjnego obejmuje drugoplanową obserwację pola poruszających się punktów świetlnych z prawej i lewej strony pola widzenia. W różnych odstępach czasu w peryferyjnym polu widzenia pojawiają się pionowe migające linie. Zadaniem badanego jest rozpoznanie takiej linii i zareagowanie na postrzegany bodziec poprzez naciśnięcie stopą pedału. Urządzenie generuje 80 bodźców, z czego 40 pojawia się po lewej, a 40 po prawej stronie w stosunku do centrum pola widzenia. Zadanie śledzenia polega na takim sterowaniu „celownikiem” (obwódka) za pomocą pokrętła na panelu osoby badanej, aby utrzymał swoje położenie na zielonej kulce poruszającej się w płaszczyźnie poziomej na ekranie. Niewłaściwą pozycję celownika sygnalizował czerwony kolor kulki. W teście wykorzystano zdalny pomiar położenia głowy (oczu) osoby badanej w stosunku do pola obserwacji. Urządzenie umożliwia wprowadzenie algorytmu adaptacyjnego gwarantującego pojawianie się bodźców indywidualnie dla każdej osoby badanej w odpowiedniej „pozycji informacyjnej”, tj. takiej, w której dostrzega jeszcze co najmniej 50% bodźców. W trybie adaptacyjnym (dostosowanym indywidualnie) te bodźce, których osoba badana nigdy nie obserwowała lub zawsze obserwowała (bodźce nieinformacyjne), stanowiące szum informacyjny, nie są brane pod uwagę.

Program rejestruje czasy poszczególnych reakcji, z których wyznaczono następujące wartości:

- medianę czasu reakcji dla bodźców pojawiających się z lewej strony pola widzenia, czyli odstęp czasu pomiędzy pojawieniem bodźca a naciśnięciem pedału stopą wyrażony w ms;
- medianę czasu reakcji dla bodźców pojawiających się z prawej strony pola widzenia, czyli odstęp czasu pomiędzy pojawieniem bodźca a naciśnięciem pedału stopą wyrażony w ms.

Ponadto w ramach pomiaru możliwa jest rejestracja następujących zmiennych: pole widzenia (n°), kąt widzenia z lewej strony pola widzenia (n°), kąt widzenia z prawej strony pola widzenia (n°), odchylenie śledzenia (piksele), liczba prawidłowych reakcji z lewej strony pola widzenia (n), liczba prawidłowych

reakcji z prawej strony pola widzenia (n). Stanowisko pomiarowe do badania widzenia peryferyjnego zaprezentowano na rycinie 6.3.



Rycina 6.3. Test widzenia peryferyjnego (PP)

Przykładem eksperymentów badawczych prowadzonych przy wykorzystaniu testu PP jest ocena wpływu specyficznego wysiłku fizycznego na zdolność postrzegania peryferyjnego u piłkarzy ręcznych (Zwierko i wsp. 2008). Procedura badawcza zakładała wykonanie testu PP dwukrotnie, tj. w spoczynku oraz bezpośrednio po wysiłku. Przed rozpoczęciem testu właściwego każda z badanych osób wykonywała próbny test postrzegania peryferyjnego w celu zapoznania się z charakterem badań. Do wywołania zmęczenia u badanych zawodników zastosowano specyficzny test biegowy. Zadaniem badanego było dziesięciokrotne pokonanie z maksymalną prędkością dystansu 30 metrów. Przerwy między interwałami wynosiły 20 sekund. Poziom zaburzenia homeostazy został określony poprzez analizę stężenia mleczanu w spoczynku oraz w czwartej minucie po zakończeniu testu wysiłkowego. Wśród analizowanych parametrów testu oceniającego zdolność postrzegania peryferyjnego stwierdzono polepszenie wyników po wysiłku w większości badanych zmiennych. Jednym z parametrów, który w istotny sposób ($p < 0,05$) uległ polepszeniu, jest kąt widzenia (prawa) wyznaczający zakres pola widzenia badanych. Liczba prawidłowych reakcji na bodźce pojawiające się w peryferyjnym polu widzenia zarówno z lewej, jak i z prawej strony

zwiększyła się w sposób istotny statystycznie ($p < 0,05$). Zmniejszeniu uległa również liczba reakcji pominiętych w trakcie wykonania testu PP ($p < 0,01$). Wyniki świadczą o prawidłowej adaptacji wysiłkowej zawodników w odniesieniu do zmienności parametrów postrzegania. W innych badaniach (Zwierko 2007) wykazano, że piłkarze ręczni ($n = 16$) nie różnią się od osób nietreningujących ($n = 16$) w zakresie funkcji widzenia peryferyjnego (pola widzenia, poszczególnych kątów widzenia, poprawności wykonania odpowiedzi motorycznych na bodźce peryferyjne). Natomiast osoby trenujące charakteryzowały się krótszym czasem reakcji na bodźce pojawiające się w peryferyjnym polu widzenia ($p < 0,01$).

Test decyzji (DT)

Zestaw testów służący do badania złożonej reakcji na bodźce wzrokowe i dźwiękowe, utrzymania skupienia uwagi oraz koordynacji oko–ręka (noga). Pomiar za pomocą testu decyzji koncentruje się na szybkości oraz stałości czasu reakcji z wyboru. Zadaniem badanego jest właściwy wybór kolorów i dźwięków oraz pojęciowe powiązanie ze sobą odpowiednich cech bodźców (kolor, dźwięk), a także elementów kontrolnych (ryc. 6.4). Dzięki warunkom adaptacyjnym badany uczy się wyboru cech spełniających odpowiednie kryteria i selekcji odpowiednich reakcji. Test wymaga ciągłych i krótkotrwałych reakcji na szybko zmieniające się bodźce. Podczas testowania istnieje możliwość generowania dziesięciu bodźców optycznych w kolorach: białym, żółtym, czerwonym, zielonym i niebieskim. Poszczególnym kolorom lampek przyporządkowano pięć odpowiednich klawiszy reakcji, na które osoba testowana naciska prawą lub lewą ręką, białe lampki na czarnym tle wymagają przyciśnięcia prawego lub lewego pedału nogą. Dostępne są również bodźce akustyczne (wysoki i niski dźwięk), przyporządkowane prostokątnym białym klawiszom (również reakcja jedną ręką lub obiema). W normalnym trybie na bodźce należy reagować poprzez naciśnięcie przyporządkowanych im klawiszy. Możliwe jest generowanie bodźców w trzech trybach:

- naturalnym bez kontroli czasu – kolejne bodźce są generowane po każdej prawidłowej reakcji;
- wymuszonym z kontrolą czasu – każdemu bodźcowi przyporządkowany jest pewien określony przedział czasowy (ustalony w programie parametrycznym), po którym następuje generowanie następnego bodźca niezależnie od tego, czy nastąpiła prawidłowa reakcja na poprzedni;

- adaptacyjnym, w którym prędkość prezentacji bodźców jest modyfikowana automatycznie tak, aby co najmniej pewien określony procent odpowiedzi był prawidłowy.

Program rejestruje całkowitą liczbę reakcji, liczbę wszystkich reakcji prawidłowych (w tym także opóźnionych), sygnały opuszczone (suma bodźców, na które nie nastąpiła żadna reakcja), średnią szybkość reakcji (przeciętny odstęp czasowy między wygenerowaniem bodźca i prawidłową reakcją), odchylenie standardowe średniej szybkości reakcji.



Rycina 6.4. Test decyzji

Test złożonych reakcji motorycznych wchodzący w skład Wiedeńskiego Systemu Testów wykorzystano między innymi w projekcie badawczym z udziałem czterdziestoosobowej grupy młodych koszykarzy (14–15 lat) zakwalifikowanych do szkolenia centralnego (Zwierko i wsp. 2005b). Badania wskazały na wyższy poziom wyników w zakresie analizowanych aspektów koordynacji i percepcji wzrokowej od grupy rówieśników nieuprawiających sportu systematycznie. Istotne różnice między porównywanymi grupami obserwowano w przypadku orientacji przestrzennej, czasu reakcji złożonej, różnicowania dynamiczno-przestrzennego, częstotliwości ruchów ręki, antycypacji czasu oraz uzdolnień ruchowych. Wyniki powyższych badań miały charakter typowo aplikacyjny w zakresie stworzenia kryteriów naboru i selekcji w koszykówce.

Test antycypacji czasowo-przestrzennej (ZBA)

Podstawowymi składnikami tej zdolności jest ocena prędkości i odległości. W sporcie pojęcie antycypacji odnosi się zazwyczaj do zdolności przewidywania sytuacji na krótko przed jej zaistnieniem. Jest ona niezmiernie ważna w sytuacjach, w których czas odgrywa znaczącą rolę, a decyzje motoryczne muszą być podejmowane przed wykonaniem akcji przez przeciwnika. Szczególnym aspektem tej zdolności jest antycypacja koincydencji rozumiana jako zdolność do przewidywania pojawienia się obiektów lub bodźców w określonym miejscu i czasie, zazwyczaj powiązana z podjęciem decyzji motorycznej (oraz w konsekwencji właściwego działania motorycznego). W teście ZBA zadaniem osoby badanej jest śledzenie ruchu pojawiającego się obiektu, który po pewnym czasie znika. W formie S2 testu na monitorze pojawia się punkt poruszający się w stronę dwóch równoległe do siebie położonych linii. Punkt porusza się po różnych torach (liniowym, sinusoidalnym, po okręgu) ze zmienną prędkością. W momencie minięcia linii 1 punkt znika. Zadanie testowe polega na wyborze najbardziej prawdopodobnego miejsca i czasu przecięcia linii 2 przez niewidoczny już dla badanego punkt. Miarą oceny antycypacji czasu jest mediana odchylenia czasowego wyrażona w sekundach, natomiast miarą oceny antycypacji kierunku – mediana odchylenia kierunku wyrażona w pikselach. Przed badaniem właściwym każdy z badanych zapoznawał się z testem w wersji próbnej (minimum 5 powtórzeń).

Jednym z przykładów podejmowania prac badawczych w zakresie oceny antycypacji przy wykorzystaniu testu ZBA była praca Zwierko i Głowackiego (2006), w której ocenie poddano poziom antycypacji motorycznej u przedstawicieli zespołowych gier sportowych w porównaniu do zawodników uprawiających sporty indywidualne oraz do studentów wychowania muzycznego. Wykazano, że zawodnicy gier sportowych prezentowali wyższy poziom ($p < 0,05$) zdolności antycypacji kierunku oraz antycypacji czasu w porównaniu do zawodników sportów indywidualnych. Natomiast w porównaniu do studentów wychowania muzycznego przedstawiciele zespołowych gier sportowych charakteryzowali się jedynie wyższym poziomem antycypacji kierunku ($p < 0,01$). W następnym eksperymencie poza wykorzystaniem testu ZBA rozszerzono zakres metod badawczych oceniających zdolności antycypacji o test specyficznej wiedzy sportowej. Do oceny umiejętności przewidywania kierunku strzałów piłki do bramki wykorzystano film wideo przedstawiający dziesięć meczowych sytuacji strzeleckich (rzuty wolne, rzuty karne, inne sytuacje strzeleckie z gry). W badaniach zastosowano metodę czasowego zatrzymania wyświetlanego przebiegu strzału

na bramkę. Badany oglądał trzykrotnie akcję strzelecką do momentu kontaktu zawodnika z piłką. Zadaniem badanego była ocena kierunku strzału piłki i oznaczenie (na specjalnie przygotowanych kartach) odpowiedniej strefy bramki (wyznaczono sześć stref), do której, zdaniem badanego, zmierza piłka. Miarę oceny stanowił procent poprawnych odpowiedzi. Uczestnicząca w badaniach grupa piłkarzy nożnych uzyskała lepsze wyniki w zakresie rozpoznawania i antycypowania sytuacji strzeleckich w piłce nożnej w porównaniu z grupą nietrenującą ($p < 0,05$). W odniesieniu do pomiaru antycypacji czasowo-ruchowej przy wykorzystaniu testu ZBA nie stwierdzono istotnych różnic międzygrupowych. W kolejnej pracy podjęto próbę analizy uwarunkowań antycypacji u zawodniczek uprawiających piłkę siatkową (Zwierko 2004, 2006). Spośród analizowanych zmiennych największe znaczenie na poziom antycypacji miał staż sportowy, co potwierdza możliwość transferu zdolności antycypacyjnych doskonalonych w toku wieloletniego procesu treningu sportowego.

Urządzenie do badania zmęczenia (Flicker Fusion) – FLIM-HW

Badanie zdolności ujawniania zmian częstotliwości bodźców optycznych. Procedura pomiarowa umożliwiająca określenie progu wrażliwości sensorycznej w eksperymentach wyznaczających częstotliwość graniczną, związaną z szybkością transmisji neuronalnej w obrębie całego układu wzrokowego, a także z szybkością przetwarzania informacji wzrokowej (Curran, Wattis 2000). Częstotliwość, przy której dochodzi do migotania (bodźce stałe → bodźce migające) lub zlewania się (bodźce migające → bodźce stałe) punktowego źródła światła stanowi jedno z kryteriów będących wskaźnikami takiej gotowości do działania ośrodkowego układu nerwowego. Badany obserwuje bodźce świetlne (czerwona dioda – promieniowanie o długości fali 650 nm) o stałej intensywności świecenia (270 kandel/1 cal kwadratowy), o zmieniającej się częstotliwości i wychwytuje moment przejścia od świecenia do migotania lub odwrotnie, po czym naciska odpowiedni przycisk (ryc. 6.5). Osiągnięcie górnej granicy wybranego przedziału częstotliwości kończy cykl pomiarów. Urządzenie umożliwia ustalenie zakresu częstotliwości migotania (od 10 do 80 Hz, zmiana co 0,1 Hz) w trzech trybach: zwiększania, zmniejszania lub zwiększania i zmniejszania. Dla każdego cyklu pomiarowego są obliczane następujące zmienne: uzyskana częstotliwość bodźców, wartości średnie, odchylenie standardowe wartości średnich.



Rycina 6.5. Urządzenie Flicker Fusion

Davranche i wsp. (2005) podjęli próbę oceny wpływu wysiłku fizycznego (50% $\text{VO}_{2\text{max}}$) na różne etapy przetwarzania informacji w procesie odpowiedzi na stymulację bodźcami wzrokowymi o różnej intensywności przy zastosowaniu testu reakcji z wyborem. Wykorzystane w czasie badań techniki oceny aktywności elektrycznej mięśni oraz metod oceny wczesnego przetwarzania sensorycznego określanego za pomocą częstotliwości granicznej po stymulacji światłem typu flicker fusion wskazywały, że wysiłek fizyczny przyspiesza zarówno późniejsze, peryferyjne procesy motoryczne związane z odpowiedzią motoryczną (większa sprawność transmisji korowo-rdzeniowej), jak i wczesne procesy przetwarzania informacji związane ze zwiększeniem wrażliwości sensorycznej. W warunkach wykonywania ćwiczeń fizycznych obserwowano również silną interakcję między intensywnością bodźców wzrokowych a czasem pojawienia się sygnału elektromiograficznego oraz zwiększeniem progu częstotliwości granicznej. Presland i wsp. (2005) stwierdzili natomiast, że wysiłek o intensywności 70% $\text{VO}_{2\text{max}}$ w sposób istotny podnosi próg wrażliwości sensorycznej określony metodą wyznaczenia częstotliwości granicznej (ang. *critical flicker frequency*), wpływając tym samym na większą aktywność kory wzrokowej ($39,2 \pm 2,3$ vs. $41,8 \pm 3,5$ Hz). Z kolei Davranche i Pichon (2005) podawali, że w wyniku stopniowego testu wysiłkowego wykonywanego do odmowy próg wrażliwości sensorycznej wzrósł z $34,8 \pm 3,1$ Hz do $36,7 \pm 2,7$ Hz. Jednak nie stwierdzono istotnego wpływu wysiłku fizycznego na przyjęte w badaniach subiektywne kryterium oceny percepcji (różnica między wzrastającym a zmniejszającym się progiem częstotliwości). Z przedstawionych przykładów badań wynika, że test FLIM-HW może stanowić

obiektywny wskaźnik efektywności wzrokowych procesów sensomotorycznych, zwłaszcza w warunkach narastającego wysiłku fizycznego.

FitLight Trainer™

FitLight Trainer™ (Fitlight Sports Corp., Kanada) to system składający się w wersji standardowej z ośmiu dysków świetlnych LED (w dowolnej barwie RGB) o średnicy 8 centymetrów (ryc. 6.6). Sterowanie i programowanie urządzenia wykonywane jest przy użyciu kontrolera – tabletu dotykowego, za pomocą którego dokonuje się wyboru wersji realizacji zadania testowego (test koordynacji wzrokowo-ruchowej) bądź wersji programowania profilu treningowego. Zadanie testowe polega na jak najszybszej reakcji na pojawiający się bodziec świetlny poprzez ruch (albo dotyk) dowolnej części ciała dezaktywujący dysk w czasie 30 sekund. Wynik testu stanowi liczba wykonanych prawidłowych reakcji oraz średni czas reakcji (s). Obok wersji standardowych pomiaru koordynacji wzrokowo-ruchowej istnieje możliwość zaprogramowania zadania testowego czy treningowego poprzez określenie: sekwencji pojawiania się bodźców, koloru bodźca świetlnego, częstotliwości pojawienia się bodźca, czasu trwania bodźca, intensywności bodźca (zakres pojawiania się światła na dysku: centrum, zewnętrzna część dysku, cała powierzchnia dysku), dodatkowo zastosowania sygnału dźwiękowego itp. Każdy pojedynczy ruch prowadzący do dezaktywacji dysku (dotyk



Rycina 6.6. Urządzenie FitLight Trainer™

albo przecięcie wiązki światła) rejestruje się poprzez wbudowaną fotokomórkę i zapisuje w pamięci oprogramowania, co umożliwia bezpośrednią obserwację wyników na ekranie komputera. FitLight Trainer™ to system działający bezprzewodowo. Jego główną zaletą jest możliwość zastosowania w każdych warunkach treningowych (ryc. 6.7). Poprzez prostą formę montażu można dostosować układ dysków do specyficznych wymagań dyscypliny sportowej. Jako trenażer jest wykorzystywany do kształtowania szybkości reakcji na bodźce wzrokowe, szybkości lokalizacji przestrzennej, koordynacji wzrokowo-ruchowej, zdolności utrzymania uwagi itp.



Rycina 6.7. Przykładowa konfiguracja umieszczenia dysków świetlnych na ścianie

Przykładem zastosowania wersji testowej i treningowej systemu FitLight Trainer™ są badania prowadzone przez Florkiewicz i wsp. (2015). Badania eksperymentalne przeprowadzono wśród zawodników AZS akademickiej sekcji piłki ręcznej ($n = 15$) oraz wśród studentów kierunku wychowanie fizyczne ($n = 13$). Grupa eksperymentalna w okresie dziesięciu tygodni została poddana specjalistycznemu treningowi koordynacji wzrokowo-ruchowej, ze szczególnym uwzględnieniem zadań doskonalących szybkość postrzegania wzrokowego i lokalizacji przestrzennej, koncentracji uwagi, czasu reakcji na proste i złożone bodźce wzrokowe. Pomiar techniki szybkościowej w piłce ręcznej przeprowadzono przed eksperymentem, bezpośrednio po jego zakończeniu oraz w odstępie czterech tygodni od zakończenia treningu koordynacji wzrokowo-ruchowej.

Z badań wynikało, że sześciotygodniowy okres stosowania programu treningu percepcji wzrokowej jest wystarczający do wywołania pozytywnych zmian w badanych aspektach wzrokowych procesów sensomotorycznych. Okres utrzymania pozytywnych efektów treningu percepcji po okresie stymulacji był jednak ograniczony.

Z kolei Piasecki i wsp. (2015) podjęli próbę identyfikacji sposobów przemieszczania się w bloku oraz oceny szybkości reakcji motorycznej w warunkach symulowanych akcji defensywnych u zawodniczek zróżnicowanych pod względem stażu i poziomu sportowego. W badaniach uczestniczyła grupa 15 zawodniczek drużyny akademickiej Uniwersytetu Szczecińskiego (średni staż sportowy 11,4 lata) oraz 15 zawodniczek Szkoły Mistrzostwa Sportowego w Policach (średni staż sportowy 4,3 lata). W ocenie efektywności poruszania się zawodniczek w bloku wykorzystano bezprzewodowe urządzenie FitLight Trainer™ oraz kamerę. Analizowano sposób poruszania się w bloku oraz szybkość reakcji motorycznej rejestrowanej w fazie przemieszczenia poprzez dezaktywację zastosowanych w badaniach dysków świetlnych. Wśród badanych zawodniczek zdefiniowano cztery rodzaje techniki pracy nóg podczas poruszania się w bloku. Najczęściej występującą techniką pracy nóg był krok skrzyżny z zastosowaniem tzw. kroku otwarcia. Nie stwierdzono istotnych różnic ($p > 0,05$) między sposobem zastosowanej techniki pracy nóg w bloku a całkowitym czasem jego wykonania. Technika pracy nóg różnicuje szybkość przemieszczania się w pierwszej fazie bloku ($p < 0,01$). Prezentowana metoda daje możliwość kontroli efektywności techniki blokowania w piłce siatkowej.

Analiza funkcji utrzymania uwagi wzrokowej w czasie działań motorycznych przy wykorzystaniu systemu FitLigh Trainer™ była przeprowadzana wśród zawodników sekcji uczelnianej piłki ręcznej oraz studentów niepodjęających systematycznie aktywności sportowej (Zwierko i wsp. 2014). Z badań wynikało, że zawodnicy podejmujący trening piłki ręcznej charakteryzują się mniejszą zmiennością wyników w czasie wykonania serii reakcji na pojawiające się bodźce wzrokowe oraz krótszym czasem reakcji w porównaniu do grupy kontrolnej.

Efektywność procesu treningowego we współczesnym sporcie wymaga stosowania coraz bardziej zaawansowanych technologii, których przykłady zostały zaprezentowane w niniejszej książce. Przedstawione wyniki badań identyfikują istotne elementy percepcji wzrokowej w grach zespołowych. Rozważając kwestię aplikacyjną powyższych wyników badań, należy wskazać, że elementy percepcji wzrokowej powinny stać się istotnym uzupełnieniem programu treningu sportowego w zespołowych grach sportowych.

Piśmiennictwo

- Arroyo S., Lessrer R.P., Poon W., Webber R.S., Gordon B. (1997), *Neuronal generators of visual evoked potentials in humans, visual processing in the human cortex*, *Epilepsia*, 38, 600–610.
- Bonmassar G., Schwartz D.P., Liu A.K., Kwong K.K., Dale A.M., Belliveau J.W. (2001), *Spatiotemporal brain imaging of visual-evoked activity using interleaved EEG and fMRI recordings*, *NeuroImage*, 13, 1035–1043.
- Curran S., Wattis J. (2000), *Critical flicker fusion threshold: a potentially useful measure for the early detection of Alzheimer's disease*, *Human Psychopharmacology Clinical and Experimental*, 15, 103–112.
- Davranche K., Pichon A. (2005), *Critical flicker frequency threshold increment after an exhausting exercise*, *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 27(4), 515–520.
- Davranche K., Burle B., Audiffren M., Hasbroucq T. (2005), *Information processing during physical exercise: a chronometric and electromyographic study*, *Experimental Brain Research*, 165, 532–540.
- Del Percio C., Brancucci A., Vecchio F., Marzano N., Pirritano M., Meccariello E., Padoa S., Mascia A., Giallonardo A.T., Aschieri P., Lino A., Palma E., Fiore A., Di Ciole E., Babiloni C., Eusebi F. (2007), *Visual event-related potentials in elite and amateur athletes*, *Brain Research Bulletin*, 74, 104–112.
- Delpont E., Dolisi C., Suisse G., Bodino G., Gastaud M. (1991), *Visual evoked potentials: Differences related to physical activity*, *International Journal of Sports Medicine*, 12, 293–298.
- Di Russo F., Pitzalis S., Spitoni G., Aprile T., Patria F., Spinelli D., Hillyard S.A. (2005), *Identification of the neural sources of the pattern-reversal VEP*, *NeuroImage*, 24, 874–886.
- Florkiewicz B., Fogtman S., Lesiakowski P., Zwierko T. (2015), *The effect of visual perception training on sensorimotor function in handball players*, *Antropomotoryka, Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*, 69(25), 21–28.
- Jasper H.H. (1958), *The ten twenty system of the International Federation*, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371–375.
- Lesiakowski P. (2016), *Ocena procesów sensomotorycznych u przedstawicieli różnych dyscyplin sportu*, praca doktorska, AWF Poznań.
- Odom J.V., Bach M., Brigell M., Holder G.H., McCulloch D.L., Tormene A.P. & Vaegan. (2010), *ISCEV standard for clinical Visual Evoked Potentials Standard (2009 update)*, *Documenta Ophthalmologica*, 120, 111–119.

- Onofrij M., Fulgente T., Thomas A., Curatola L., Peresson M., Lopez L., Locatelli T., Martinelli V., Comi G. (1995), *Visual evoked potentials generator model derived from different spatial frequency stimuli of visual field regions and magnetic resonance imaging coordinates of V1, V2, V3 areas in man*, International Journal of Neuroscience, 83, 213–239.
- Özmerdivenli R., Bulut S., Bayar H., Karacabey K., Ciloglu F., Peker I., Uner T. (2005), *Effects of exercise on visual evoked potentials*, International Journal of Neuroscience, 115, 1043–1050.
- Palacz O., Lubiński W., Penkala K. (2003), *Elektrofizjologiczna diagnostyka kliniczna układu wzrokowego*, Oftal, Warszawa.
- Piasecki L., Florkiewicz B., Krzepota J., Steciuk H., Zwierko T. (2015), *System FitLight TrainerTM – nowoczesna technologia w kontroli procesu treningu sportowego w piłce siatkowej*, Marketing i Rynek. Sport, turystyka i rekreacja wobec wyzwań współczesności, 11, 41–48.
- Presland J.D., Dowson M.N., Cairns S.P. (2005), *Changes of motor drive, cortical arousal and perceived exertion following prolonged cycling to exhaustion*, European Journal of Applied Physiology, 95(1), 42–51.
- Scott M.L., Riemann B.L., Freddie H.F. (2000), *Introduction to the sensorimotor system, w: Proprioception and neuromuscular control in joint stability*, red. M.L. Scott, H.F. Freddie, Human Kinetics, 17–24.
- Taddei F., Viggiano M.P., Mecacci L. (1991), *Pattern reversal visual evoked potentials in fencers*, International Journal of Psychophysiology, 11, 257–260.
- Thomas N.G., Harden L.M., Rogers G.G. (2005), *Visual evoked potentials, reaction times and eye dominance in cricketers*, The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 45, 428–433.
- Zhao J.G., Pang S.J., Che G.W. (2009), *Specificity and sensitivity of visual evoked potentials P100 latency to different events exercise*, Health, 1, 47–50.
- Zwierko T. (2004), *Uwarunkowania poziomu antycypacji motorycznej w zespołowych grach sportowych*, w: *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku*, t. 8, red. D. Umiaśtowska, Albatros, Szczecin, 34–38.
- Zwierko T. (2006), *Ocena poziomu wybranych elementów sprawności psychomotorycznej u zawodniczek uprawiających piłkę siatkową*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego 404, Prace Instytutu Kultury Fizycznej, 21, 119–128.
- Zwierko T. (2007), *Differences in peripheral perception between athletes and non-athletes*, Journal of Human Kinetics, 19, 53–62.
- Zwierko T., Florkiewicz B., Fogtman S., Kszak-Krzyżanowska A. (2014), *The ability to maintain attention during visuomotor task performance in handball players and*

- non-athletes*, Central European Journal of Sport Sciences and Medicine, 7 (3), 99–106.
- Zwierko T., Głowacki T. (2006), *Ocena poziomu antycypacji motorycznej u zawodników w zespołowych grach sportowych*, w: *Człowiek i środowisko przyrodnicze Pomorza Zachodniego. Aktywność fizyczna osób w różnym wieku – teoria i praktyka*, red. J. Eider, Szczecin, 75–78.
- Zwierko T., Głowacki T., Osiński W. (2008), *The effect of specific anaerobic exercises on peripheral perception in handball players*, Kinesiologia Slovenica, 14, 68–76.
- Zwierko T., Lesiakowski P., Florkiewicz B. (2005a), *Poziom koordynacji motorycznej młodych koszykarzy grających na pozycji rozgrywającego*, w: *Gry zespołowe w wychowaniu fizycznym i sporcie*, red. S. Żak, M. Spieszny, T. Kłoczek, Studia i Monografie nr 33 AWF w Krakowie, Kraków, 183–186.
- Zwierko T., Lesiakowski P., Florkiewicz B. (2005b), *Selected aspects of motor coordination of young basketball players*, Human Movement, 6(2), 124–128.
- Zwierko T., Lubiński W., Lesiakowski P., Steciuk H., Piasecki L., Krzepota J. (2014), *Does athletic training in volleyball modulate the components of visual evoked potentials? A preliminary investigation*, Journal of Sports Science, 32(16), 1519–1528.
- Zwierko T., Lubiński W., Lubkowska A., Niechwiej-Szwedo E., Czepita D. (2011), *The effect of progressively increased physical efforts on visual evoked potentials in volleyball players and non-athletes*, Journal of Sports Sciences, 29, 1563–1572.

Część III

Trening percepcji wzrokowej

7. Trening funkcji okulomotorycznych

Mikołaj Markiewicz, Justyna Krzepota

W działaniach sportowych jednym z podstawowych determinantów zwiększania efektywności treningu, jak również maksymalizacji osiągnięć zawodników i w konsekwencji uzyskania najlepszego wyniku sportowego jest sprawność wzrokowych mechanizmów percepcyjnych.

Wiele badań potwierdza wpływ treningu funkcji okulomotorycznych na poprawę mechanizmu funkcji wzrokowych w sporcie (Quevedo, Solé 1995; Vickers 2007; Balasaheb i wsp. 2008; Paul i wsp. 2011; Rezaee i wsp. 2012; Schwab, Memmert 2012). Wskazuje się też na poprawę motorycznej sprawności oraz skuteczniejsze działania zawodnika pod presją dzięki kontroli zachowań wzrokowych (Harle, Vickers 2001; Vine, Wilson 2011; Wood, Wilson 2012; Vine i wsp. 2014), chociaż nie wszyscy autorzy się z tym zgadzają (Wood i wsp. 1994; Abernethy, Wood 2001).

Niemniej z wyników badań naukowych opublikowanych w ciągu ostatnich lat (Vickers 2007; Balasaheb i wsp. 2008; Paul i wsp. 2011; Rezaee i wsp. 2012; Schwab, Memmert 2012; Wimshurst i wsp. 2012) wynika, że trening funkcji wzrokowych powinien być rozpatrywany jako integralna część treningu sportowca na każdym poziomie zaawansowania sportowego. W dalszej perspektywnie wskazuje się na jego rozwój i upowszechnienie oraz istotę współpracy ze specjalistami z zakresu okulistyki i optometrii (Khanal 2015).

Pomimo istotnych prac w zakresie propozycji ćwiczeń i treningu funkcji wzrokowych (Knudson, Kluka 1997; Wilson, Falkel 2004; Erickson 2007; Tieg 2015) prawidłowa metodologia programu treningowego kształtowania i poprawy sprawności wzrokowych mechanizmów percepcyjnych nadal pozostaje jedną z aktualnych kwestii dociekań naukowych. Podobnie zagadnienie czasu,

w którym utrzymują się zmiany potreningowe, nie jest dostatecznie rozpoznane (Quevedo, Solé 1995; Krzepota i wsp. 2015; Zwierko i wsp. 2015).

W świetle doniesień badaczy ważne wydaje się ponadto określenie czasu, po jakim prowadzony trening funkcji wzrokowych zaczyna przynosić zmiany i wymierne efekty. Istotna wydaje się w tym względzie częstotliwość, czas trwania oraz długość jednostki treningowej, jak również liczba osób biorących udział w treningu (Quevedo i wsp. 1999). Co ciekawe, prowadzone badania własne we współpracy z Ośrodkiem Treningu i Terapii Widzenia w Warszawie (Krzepota i wsp. 2015), dotyczące skuteczności treningu funkcji wyszukiwania wzrokowego, po okresie trwającym 4 tygodnie nie różnicowały osób uczestniczących w treningu oraz osób niećwiczących, co przypuszczalnie potwierdzałoby badania innych autorów (Wood, Abernethy 1997). Wskazuje się jednak, że dłuższy czas trwania treningu (przynajmniej 6 tygodni) wydaje się wystarczający, aby zauważyć istotne różnice (Balasahb i wsp. 2008; Paul i wsp. 2011). Z kolei badacze (Rezaee i wsp. 2012; Krzepota i wsp. 2015; Zwierko i wsp. 2015) dokumentowali pozytywne efekty poprawy wyszukiwania wzrokowego i funkcji wzrokowych po 8 tygodniach, a inni po 3 miesiącach programu treningowego (Quevedo i wsp. 1995).

Zarówno zagadnienie treningu *quiet eye*, jak i wyszukiwania wzrokowego jest rozpatrywane jako istotne dla odniesienia sukcesu w grach zespołowych. Tu w szczególności śledzenie poruszających się obiektów wymaga wysokiej sprawności mechanizmów percepcyjnych ze względu na dynamicznie poruszających się zawodników i przeciwników oraz ciągle zmiany położenia piłki. Wiąże się to niejednokrotnie z koniecznością śledzenia kilku obiektów jednocześnie, dlatego wyższa sprawność mechanizmów wzrokowych, w tym wyszukiwania wzrokowego, poprawia efektywność działań sportowców. Również ćwiczenia funkcji okulomotorycznych są istotne przy oddaniu celnego rzutu do kosza czy strzału na bramkę, wpływają ponadto na zdolność koncentracji śledzenia poruszającego się obiektu w czasie narastającego zmęczenia i pod presją (Harle, Vickers 2001; Wood, Wilson 2011; Vine, Wilson 2011; Wood, Wilson 2012).

W niniejszym rozdziale przedstawiono propozycję ćwiczeń kształtujących funkcje wzrokowe w przystępny sposób i łatwy do wykorzystania przez zainteresowanych szkoleniowców, instruktorów i trenerów.

Autorzy, polecając wdrożenie ćwiczeń kształtujących wzrokowe mechanizmy percepcyjne, podkreślają konieczność przeszkolenia osób prowadzących treningi przez wykwalifikowanych specjalistów oraz konieczność współpracy z okulistami i specjalistami z zakresu optometrii, by trening zawsze pozostawał

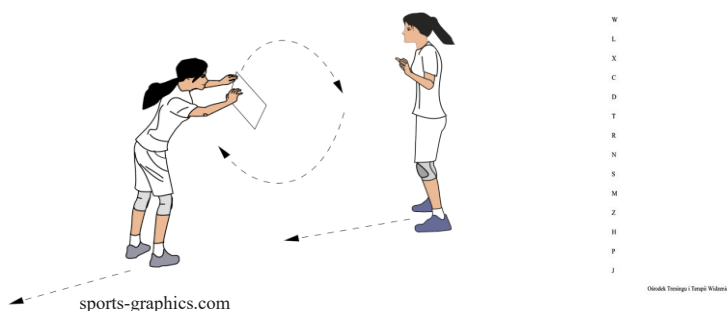
pod ścisłą kontrolą specjalistów z zakresu badań wzroku, jego ochrony i usprawniania.

Poniżej zaprezentowano przykładowe ćwiczenia możliwe do wykorzystania w treningu funkcji wzrokowych. Wszystkie zamieszczone grafiki stanowią opracowanie własne, wykorzystano także materiały własne Ośrodka Treningu i Terapii Widzenia w Warszawie oraz oprogramowania Easy Sports-Graphics.

Ćwiczenia wyszukiwania wzrokowego

Ćwiczenie 7.1

Czytanie dwóch kolumn liter



- Organizacja** Ustawienie w parach naprzeciwko siebie w odległości 1,5 metra.
- Przebieg** Partner trzyma w dłoniach planszę z literami w dwóch kolumnach (przy prawym i lewym marginesie) (ramiona wyprostowane na wysokości barków). Zadaniem ćwiczącego jest naprzemienne odczytywanie liter umieszczonych w dwóch kolumnach (po prawej i lewej stronie kartki) tak szybko, jak jest to możliwe.
- Odmiany** Różne sposoby odczytywania liter:
- raz z prawej, raz z lewej kolumny, z góry do dołu;
 - raz z prawej, raz z lewej kolumny, z dołu do góry;
 - z jednej kolumny od góry do dołu, z drugiej kolumny od dołu do góry.
- Ćwiczenie może być wykonywane, gdy uczestnik stoi oraz gdy porusza się po boisku.

Partner trzymający planszę może poruszać kartką w płaszczyźnie czołowej (góra–dół, prawo–lewo) oraz zataczać koła.

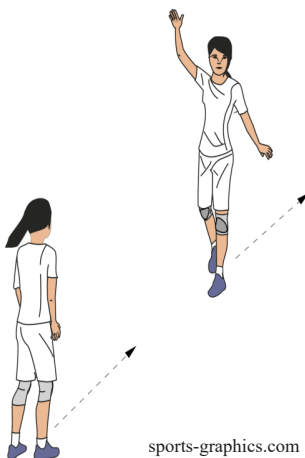
Plansze mogą mieć różne warianty (np. po 7, 14 lub 25 par liter). W każdej z tych kategorii są różne litery, żeby ćwiczący nie mogli ich zapamiętać.

Osoba prowadząca ma kartkę z takim samym wzorem liter i sprawdza poprawność odczytu. Może zaznaczać błędy na swojej kartce lub je liczyć. Może też zmierzyć czas na początku i końcu cyklu treningów.

Przybory Plansza z literami w dwóch kolumnach (litery przy prawym i lewym marginesie).

Ćwiczenie 7.2

Odczytywanie liczby palców



Organizacja Ustawienie w parach naprzeciwko siebie w odległości 1,5 metra.

Przebieg Partner trzyma jedną rękę wyprostowaną w górę (w skos), drugą rękę opuszczoną w dół (w skos). Zadaniem ćwiczącego jest odczytanie, ile palców pokazuje partner. Ćwiczenie wykonywane jest kilka minut.

Odmiany Partner pokazuje tylko palce ręki wyprostowanej w górę.

Partner pokazuje palce raz ręki wyprostowanej w górę, raz ręki wyprostowanej w dół.

Partner pokazuje jednocześnie palce obu rąk, a zadaniem ćwiczącego jest sumowanie (lub odejmowanie) liczby palców.

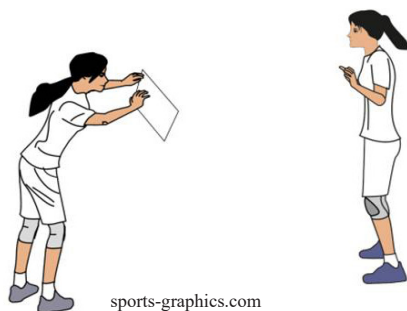
Ćwiczenie może być wykonywane, gdy uczestnik stoi w miejscu oraz gdy porusza się po boisku.

W celu zwiększenia stopnia trudności wykonywanego zadania ćwiczący może stać w utrudnionej pozycji (np. na jednej nodze lub wykonywać dodatkowe zadanie, np. kozłować piłkę).

Przybory Brak.

Ćwiczenie 7.3

Wyszukiwanie cyfr



sports-graphics.com

17	24	1	8	15	67	74	51	58	65
23	5	7	14	16	73	55	57	54	66
4	6	13	20	22	54	56	63	70	72
10	12	19	21	3	60	62	69	71	53
11	18	25	2	9	61	68	75	52	59
92	99	76	83	90	42	49	26	33	40
98	80	82	89	91	48	30	32	39	41
79	81	88	95	97	29	31	38	45	47
85	87	94	96	78	35	37	44	46	28
86	93	100	77	84	36	43	50	27	34

Organizacja Ustawienie w parach naprzeciwko siebie w odległości 1,5 metra.

Przebieg Partner trzyma w dłoniach (ramiona wyprostowane na wysokości barków) planszę z losowo ułożonymi cyframi (w czterech ćwiartkach). Zadaniem ćwiczącego jest wyszukiwanie i odczytywanie cyfr umieszczonych na kartce tak szybko, jak jest to możliwe.

Odmiany Różne sposoby odczytywania cyfr: wyszukiwanie cyfr w kolejności (1, 2, 3...); wyszukiwanie cyfr parzystych; wyszukiwanie cyfr w poszczególnych ćwiartkach lub w całym kwadracie; wyszukiwanie podanych przez partnera konkretnych cyfr (np. 15, 48, 32, 7 itp. lub w innych konfiguracjach).

Ćwiczenie może być wykonywane, gdy uczestnik stoi oraz gdy porusza się po boisku.

Partner trzymający planszę może poruszać kartką w płaszczyźnie czołowej (góra–dół, prawo–lewo) oraz zataczać koła.

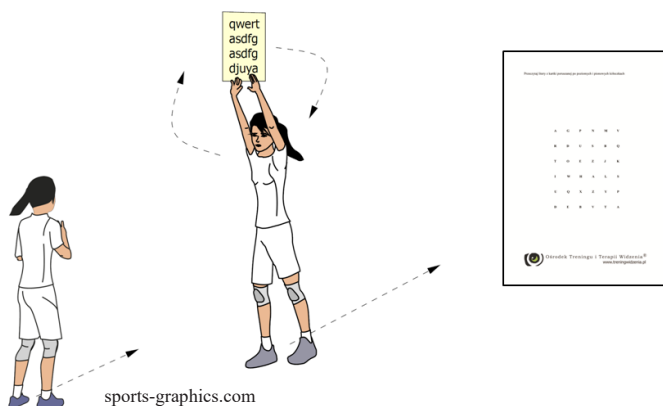
W celu zwiększenia stopnia trudności wykonywanego zadania ćwiczący może stać w utrudnionej pozycji (np. na jednej nodze lub wykonywać dodatkowe zadanie, np. kozłować piłkę).

Plansze mogą mieć różne warianty ułożenia cyfr, aby ćwiczący nie mogli ich zapamiętać.

Przybory Plansza z losowo ułożonymi cyframi w czterech ćwiartkach.

Ćwiczenie 7.4

Odczytywanie losowo ułożonych liter



Organizacja Ustawienie w parach naprzeciwko siebie w odległości 1,5 metra.

Przebieg Partner trzyma w dłoniach optotyp (planszę z losowo wypisanymi literami w kolejnych wierszach). Zadaniem ćwiczącego jest odczytywanie liter umieszczonych w poszczególnych wierszach (od prawej do lewej strony i odwrotnie) tak szybko, jak jest to możliwe.

Odmiany Ćwiczenie może być wykonywane, gdy uczestnik stoi oraz gdy porusza się po boisku.

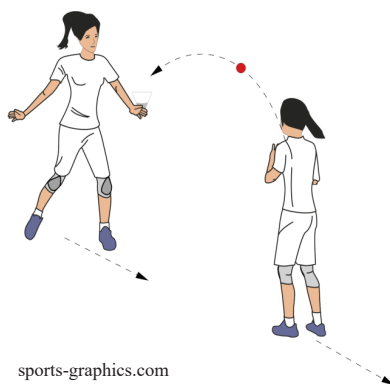
Partner trzymający planszę może poruszać kartką w płaszczyźnie czołowej (góra–dół, prawo–lewo) oraz zataczać koła.

Plansze mogą mieć różne warianty ułożenia liter, aby ćwiczący nie mogli ich zapamiętać.

Przybory Plansza z losowo wypisanymi literami.

Ćwiczenie 7.5

Kostka w kubeczku



Organizacja Ustawienie w parach naprzeciwko siebie w odległości 1,5 metra.

Przebieg Partner trzyma w dłoni kubeczek. Zadaniem ćwiczącego jest wrzucenie do kubeczka kostek do gry. Ćwiczenie wykonywane jest kilka minut.

Odmiany Partner pokazuje palce wolnej ręki (skierowanej dowolnie: w górę, w skos, w dół), które ćwiczący musi odczytać.

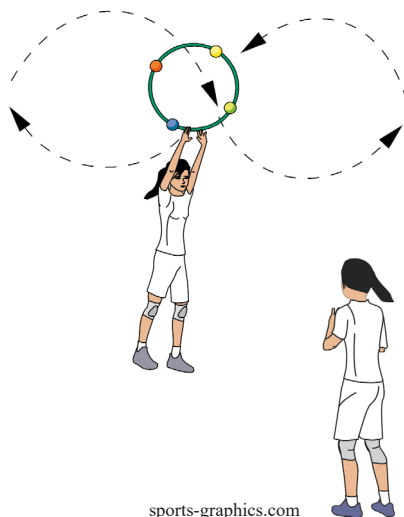
Ćwiczenie może być wykonywane, gdy partner trzymający kubek, w celu utrudnienia zadania, porusza się w przód i w tył, zmieniając (zwiększając lub zmniejszając) odległość pomiędzy ćwiczącymi.

W celu zwiększenia stopnia trudności ćwiczenie można wykonywać, poruszając się po boisku.

Przybory Kubeczek, kostki do gry.

Ćwiczenie 7.6

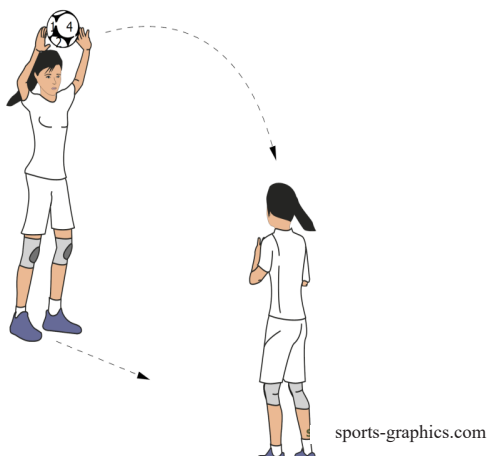
Wodzenie wzrokiem za poruszającym się obiektem



Organizacja	Ustawienie w parach naprzeciwko siebie w odległości 1,5 metra.
Przebieg	Prowadzący ma kostkę do gry, białą z czarnymi kropkami, pokazuje przez chwilę kostkę z wybranej strony, nie dłużej niż sekundę (ćwiczący powinien widzieć liczbę oczek z pewną trudnością, aby wymagało to pełnej koncentracji). Zadaniem ćwiczącego jest odczytanie liczby oczek. Ćwiczenie wykonywane jest kilka minut
Odmiany	<p>W celu zwiększenia stopnia trudności partner prowadzący ćwiczenie może się oddalać.</p> <p>Partner prowadzący ćwiczenie może poruszać kostką i skracać czas jej ekspozycji.</p> <p>Wodzenie wzrokiem za palcem, dłonią lub przyborem trzymanym przez partnera, który kreśli w powietrzu różne wzory (ósemkę, znak nieskończoności, koło, spiralę itp.).</p>
Przybory	Kostki do gry, plansze, dowolne przybory.

Ćwiczenie 7.7

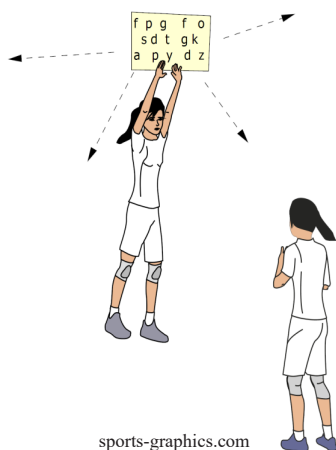
Śledzenie poruszającego się obiektu



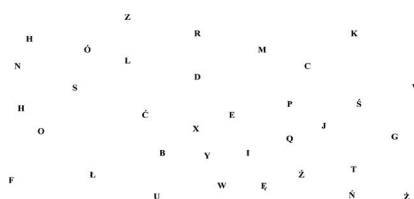
Organizacja	Ustawienie w parach naprzeciwko siebie w odległości 1,5 metra.
Przebieg	Partner trzyma w dłoniach piłkę z naklejonymi cyframi i rzuca ją do ćwiczącego. Zadaniem ćwiczącego jest w trakcie lotu piłki odczytywanie cyfr umieszczonych na piłce lub jak najdłuższe utrzymanie wzroku na jednej z cyfr. Ćwiczenie wykonywane jest kilka minut (do 5).
Odmiany	Na piłce można umieścić litery lub obrazki. Ćwiczenie może być wykonywane, gdy uczestnicy stoją w miejscu oraz gdy poruszają się po boisku.
Przybory	Piłkę można podawać do partnera lub toczyć po parkiecie.
	Piłka z naklejonymi cyframi, literami lub obrazkami.

Ćwiczenie 7.8

Układanie wyrazów



JAK NAJSZYBCIEJ ZNAJDŹ LITERY TWORZĄCE SŁOWO LUB ZDANIE



Innytyl Treningu i Terapii Wzroku

- Organizacja** Ustawienie w parach naprzeciwko siebie w odległości 1,5 metra.
- Przebieg** Partner trzyma w dłoniach optotyp (planszę z losowo wypisanymi literami). Zadaniem ćwiczącego jest wyszukiwanie poszczególnych liter tworzących słowo podane przez partnera (np. balon).
- Odmiany** Odmianę ćwiczenia stanowią różne optotypy (losowo rozmieszczone litery o różnej wielkości) i różnym ułożeniu. Mogą być rozmieszczone w rozsypce lub w kolumnach i wierszach.
- Plansze mogą mieć różne warianty ułożenia liter, aby ćwiczący nie mogli ich zapamiętać. Prowadzący ma listę 15 słów, które mogą być ułożone z liter danej planszy.
- Ćwiczenie można wykonywać, gdy uczestnicy stoją w miejscu oraz gdy poruszają się po boisku.
- Partner trzymający planszę może poruszać kartką w płaszczyźnie czołowej (góra–dół, prawo–lewo, skos), jak również zataczać koła.
- Ćwiczenie to może również stanowić narzędzie mierzące szybkość wyszukiwania – motorykę oczu połączoną z szybkością przetwarzania informacji wzrokowej. W takim przypadku konieczne jest mierzenie szybkości wyszukania liter tworzących sukcesywnie podawany zestaw słów lub fraz. Kiedy ćwiczący

sygnalizuje odnalezienie podanego słowa, prowadzący wymawia kolejne.

Przybory Plansza z losowo wypisanymi literami.

Ćwiczenie 7.9

Odczytywanie liter różnej wielkości



Organizacja Ćwiczący stoi przed ścianą w odległości 1–1,5 metra.

Przebieg Ćwiczący trzyma małą karteczkę z literami w ręku, a duża plan-sza wisi na ścianie. Zadaniem ćwiczącego jest naprzemienne od-czytywanie liter raz z jednej, raz z drugiej planszy tak szybko, jak jest to możliwe. Ćwiczmy szybką akomodację i wyszukiwanie.

Odmiany Odmianą jest ćwiczenie skierowane na motorykę oczu i koncen-trację – wtedy na ścianie znajdują się dwa optotypy: jeden z lite-rami dużej wielkości, drugi z takimi samymi literami, ale dużo mniejszymi.

Różne sposoby odczytywania liter: mogą być odczytywane raz od prawej, raz od lewej strony; mogą być odczytywane w po-szczególnych wierszach.

Plansze mogą mieć różne warianty ułożenia liter, aby ćwiczący nie mogli ich zapamiętać.

Przybory Dwa optotypy z literami o różnej wielkości.

Ćwiczenie 7.10

Wyszukiwanie oczek na kostce

Organizacja	Ustawienie w parach (naprzeciwko siebie) lub w trójkach, lub większej grupie osób (5–7) siedzących na obwodzie koła.
Przebieg	Każdy z ćwiczących trzyma w dłoni dwie lub trzy kostki do gry. Na sygnał prowadzącego ćwiczący rzucają kostki do środka koła. Zadaniem ćwiczących jest jak najszybsze zliczenie, na ilu kostkach widnieje konkretna liczba oczek (np. na ilu kostkach widnieje szóstka, czwórka itp.).
Odmiana	Dla zwiększenia stopnia trudności można wprowadzić większą liczbę kostek do gry lub kostek w różnych kolorach.
Przybory	Kostki do gry w różnych kolorach i liczbie przynajmniej dwukrotnie większej niż liczba uczestników zadania.

Ćwiczenie 7.11

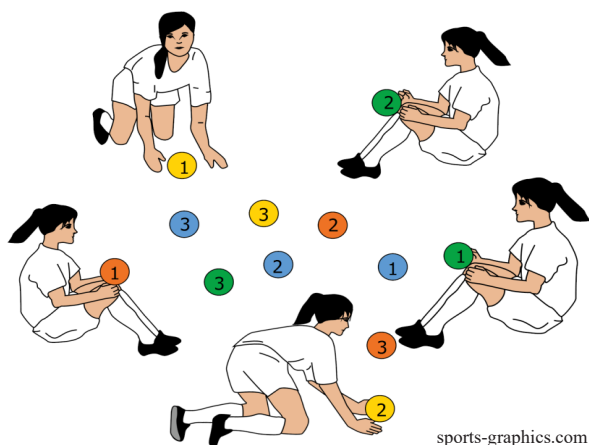
Zliczanie obiektów

Organizacja	Ustawienie dowolne.
Przebieg	Zadaniem ćwiczących jest policzenie przedmiotów wymienionych przez prowadzącego. Prowadzący może wymyślać dziesiątki instrukcji, które powodują, że oczy muszą wykonywać ruchy wyszukiujące (np. policz, ile jest klamek w sali gimnastycznej, ile jest piłek, ile jest białych butów, ile jest drzew za oknem itp.). W tak prowadzonej wersji istnieje możliwość porównania wyników poszczególnych ćwiczących, ponieważ każdy z nich podaje, ile znalazł przedmiotów w poszczególniej kategorii.
Odmiany	Wykonywanie zadania na czas. Innym wariantem jest instrukcja bez liczenia: „Spójrz na wszystkie...”.
Przybory	Brak.

Ćwiczenia na zwiększenie świadomości bodźców z peryferyjnego pola widzenia

Ćwiczenie 7.12

Piłka w ruchu



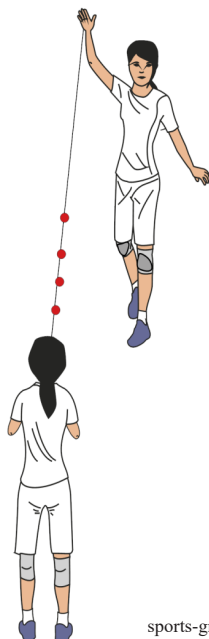
sports-graphics.com

- Organizacja** Ustawienie w trójkach lub większej grupie osób (5–7) siedzących na obwodzie koła.
- Przebieg** Na sygnał prowadzącego ćwiczący zaczynają toczyć piłkę do innych osób siedzących na obwodzie koła. Starają się, aby piłki nie wypadły poza okrąg. Zadaniem ćwiczących jest jak najszybsze podanie piłki do partnera. Prowadzący kolejno dorzuca piłki, zwiększając stopień trudności zadania. Celem zadania jest ciągle utrzymanie wszystkich piłek w ruchu. Ćwiczenie wykonuje się kilka minut (do 10).
- Odmiany** Odmianę ćwiczenia stanowi kierunek podawania piłki (np. do ćwiczącego znajdującego naprzeciwko, po prawej lub po lewej stronie).
Odmianę ćwiczenia stanowią naklejone cyfry na piłki, a zadaniem ćwiczącego jest odczytanie cyfry umieszczonej na danej piłce przed podaniem jej partnerowi.
- Przybory** Piłki dowolnej wielkości, w dowolnej liczbie, lecz większej niż liczba ćwiczących.

Ćwiczenia na współpracę oczu

Ćwiczenie 7.13

Sznur Brocka



sports-graphics.com

Organizacja

Ustawienie w parach naprzeciwko siebie.

Przebieg

Partner trzyma koniec sznurka na wysokości oczu, a drugi koniec trzyma przy nosie ćwiczący. Cztery koraliki są rozsunięte na całej długości sznurka w równych odległościach. Ćwiczący patrzy na poszczególne koraliki. Ważne jest, żeby robił to bez wysiłku, mrugając. Patrząc na każdy z trzech pierwszych koralików, ćwiczący powinien widzieć dwa sznurki dochodzące do koralika i dwa z niego wychodzące, czyli dwa sznurki krzyżujące się w koraliku. Patrząc na ostatni koralik, ćwiczący zazwyczaj nie widzi dwóch sznurków za koralikiem – widzi kształt V lub Y, oba odwrócone do góry nogami. Ćwiczący przez 30–60 sekund przenosi spojrzenie z jednego koralika na następny, przechodząc od bliższych do dalszych i odwrotnie.

- Odmiany** Jeśli ćwiczący z łatwością wykonuje to ćwiczenie, powinien zacząć je wykonywać w zmodyfikowanej formie. Najpierw można wprowadzić ruch podczas ćwiczenia i starać się cały czas widzieć zdwojony sznurek. Ćwiczący proszeni są o odwracanie ciała w lewo i prawo, skakanie, przykucanie.
- Kolejnym etapem jest przywiązanie sznurka wyżej lub niżej – na takim poziomie, na jakim zawodnik patrzy, uprawiając swoją dziedzinę sportu (np. dla gracza w golfa w dół, w przypadku koszykówki w górę).
- Jeszcze trudniejszym wariantem ćwiczenia jest wykonywanie wyżej opisanych zadań, gdy uczestnik stoi w pozycji utrudniającej utrzymanie równowagi (np. dyski do ćwiczeń balansowych). Zawodnik musi spostrzec krzyżujący się sznurek i jednocześnie utrzymać równowagę. Jeśli mu to wychodzi, dodajemy proste zadania wymagające ruchu ciała.
- Przybory** Cienka linka o długości 3 metrów, z umieszczonymi na niej czterema koralikami, które można przesuwąć. Linki i koraliki mogą być w różnych kolorach.
- Wskazówka** Ćwiczenie powinno się wykonywać nie dłużej niż minutę i zawsze przerywać, jeśli ćwiczący poczuje zmęczenie. Jeśli ćwiczący wykonuje je z łatwością, można przedłużyć wykonywanie do 2 minut.
- Nie należy wykonywać ćwiczenia bezpośrednio przed zawodami czy innymi ważnymi wydarzeniami. Wskazane jest, żeby trener miał doświadczenie w prowadzeniu tego ćwiczenia.

Ćwiczenie 7.14

Brama

Organizacja Ustawienie dowolne.

Przebieg Ćwiczący ma za zadanie ustawić pionowo cienki przedmiot (np. długopis, ołówek, linijkę) przed twarzą (na środku), w odległości około 20 centymetrów. Ćwiczący podczas wykonywania zadania patrzy na inny obiekt, który pozostaje w oddali (np. drzewo). Środek twarzy, trzymany przedmiot i oddalony obiekt

powinny być w jednej linii. Ćwiczący może sprawdzić, czy przedmiot trzymany przez niego (np. długopis) jest ustawiony na środku twarzy, zasłaniając wolną ręką na zmianę jedno i drugie oko oraz utrzymując cały czas patrzenie na wybrany obiekt w oddali (drzewo). Wtedy długopis powinien „skakać” w równych odległościach na prawo i lewo od obiektu (drzewa).

Ćwiczenie polega na kilkakrotnym przeniesieniu spojrzenia z długopisu na oddalony obiekt (drzewo) i z powrotem. Patrząc na oddalony obiekt (drzewo), zawodnik widzi trzymany przez siebie przedmiot (długopis) podwójnie – po dwóch stronach oddalonego obiektu (drzewa), na który patrzy, a patrząc na długopis, widzi dwa oddalone przedmioty (drzewa) po obu stronach długopisu.

Ćwiczenie dlatego nazywa się Brama, gdyż obiekt, na który patrzy ćwiczący, jest w „bramie” utworzonej z dwóch innych obiektów.

Ćwiczenie wykonuje się przez 20–40 sekund. Jeśli ćwiczący poczuje zmęczenie, należy przerwać.

Odmiana

Podwójna brama. Zasada wykonania tego ćwiczenia jest taka sama jak ćwiczenia Brama. Zawodnik dodaje drugi element w bliży, czyli trzyma dwa długopisy. Ustawienie musi być w jednej linii: nos, oba długopisy, daleki obiekt. Patrząc na daleki obiekt, ćwiczący widzi dwa bliższe długopisy i dwa dalsze. Patrząc na dalszy długopis, widzi dwa dalekie obiekty i dwa bliższe długopisy. Patrząc na bliski długopis, widzi dwa dalsze i dwa dalekie obiekty.

Ćwiczenie to również wykonuje się przez 20–40 sekund. Jeśli ćwiczący poczuje zmęczenie, należy przerwać.

Ćwiczenie 7.15

Stereogramy

Organizacja

Ustawienie dowolne.

Przebieg

Do ćwiczenia wykorzystuje się trzy pary zdjęć, tzw. stereopary. Ćwiczący przez minutę patrzy na stereoparę. Jeśli widzi obraz przestrzenny, może popatrzeć na kolejne dwie pary obrazków, po

minucie na każdą stereoparę. Jeżeli ćwiczący nie potrafi stworzyć trójwymiarowego obrazu, po pierwszej minucie kończy ćwiczenie.

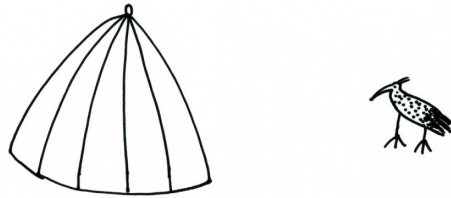
To ćwiczenie odznacza się wysokim stopniem trudności, dlatego część uczestników nie potrafi od razu zobaczyć trójwymiarowego obrazu. Wykonanie takich ćwiczeń jak Brama czy Sznur Brocka jest łatwiejsze i przygotowuje do prawidłowego wykonania niniejszego ćwiczenia. Zadanie wykonuje się przez 20–40 sekund. Jeśli ćwiczący poczuje zmęczenie, należy przerwać.

Przybory

Trzy pary zdjęć, tzw. stereopary. Stereopara to dwa zdjęcia tego samego obiektu zrobione jednocześnie dwoma aparatami znajdującymi się koło siebie. Imituje to widzenie człowieka, którego oczy są ustawione obok siebie, dzięki temu każdym okiem wi-
dać obiekty pod trochę różnym kątem. Umożliwia to widzenie przestrzenne.

Ćwiczenie 7.16

Karty fuzyjne



Organizacja

Ustawienie dowolne.

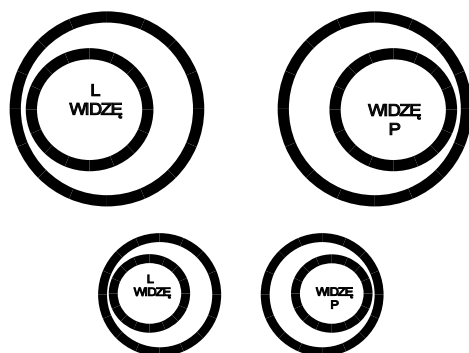
Przebieg

Ćwiczący rysują dwa proste obrazki obok siebie, w odległości 3 centymetrów. Obrazki po nałożeniu jednego na drugi nabierają więcej znaczeń (np. linia pozioma i pionowa dają znak +, ptaszek i klatka dają ptaszka w klatce, wazon i kwiaty dają kwiaty w wazonie itp.). Zadaniem ćwiczących jest takie patrzenie, żeby te dwa obrazy nałożyć na siebie. Ćwiczenie wykonuje się przez 20–40 sekund. Jeśli ćwiczący poczuje zmęczenie, należy przerwać.

Przybory Kartka, długopis dla każdego ćwiczącego w celu samodzielnego narysowania obrazków lub przygotowane plansze z różnymi obrazkami.

Ćwiczenie 7.17

Ekscentryczne koła/karty fuzyjne



Organizacja Ustawienie dowolne.

Przebieg Ćwiczący ma za zadanie zobaczyć pomiędzy kołami na kartce trzeci obraz, trójwymiarowy. Prawe koło z mniejszym kołem w środku powinno zejść się z lewym kołem. Wzorcowe wykonanie tego ćwiczenia to zobaczenie dużego koła, a w jego środku małego koła.

Technika wykonania ćwiczenia polega na tym, żeby popatrzeć przed kartkę (dla większości osób tak jest łatwiej) lub za kartkę. Wariant za kartkę najczęściej wykonuje się w taki sposób, że kieruje się wzrok na daleki obiekt i nie zmieniając nic w ustawieniu oczu, podnosi się kartkę, umieszczając ją między oczami a obserwowanym obiektem. W takim przypadku ma się wrażenie, że małe kółko będące w środku dużego jest zapadnięte, za kartką. Kiedy patrzy się przed kartkę, małe kółko będzie nad kartką, tak jakby unosiło się w powietrzu między oczami a kartką.

Ćwiczenie to należy do ćwiczeń o wysokim stopniu trudności, nie wszyscy ćwiczący potrafią je od razu wykonać. Jeśli po kilku próbach ćwiczący nie uzyskuje pożądanego rezultatu, należy

zrezygnować z zadania i wrócić do wykonywania łatwiejszych, takich jak Brama czy Sznur Brocka.

Ćwiczenie wykonuje się przez 20–40 sekund. Jeśli ćwiczący poczuje zmęczenie, należy przerwać.

Przybory Do ćwiczenia używa się pary kół, wewnątrz których są mniejsze koła, lecz nie w środku, a nieco przesunięte ku brzegom kartki (mniejsze kółko w prawym kole przesunięte w prawo, analogicznie w lewym kole w lewo).

Piśmiennictwo

- Abernethy B., Wood J.M. (2001), *Do generalized visual training programmes for sport really work? An experimental investigation*, Journal of Sports Sciences, 19, 203–222.
- Balasaheb T., Maman P., Sandhu J.S. (2008), *The impact of visual skills training program on batting performance in cricketers*, Serbian Journal of Sports Science, 2, 17–23.
- Erickson G.B. (2007), *Sports vision: Vision care for the enhancement of sports performance*, Butterworth-Heinemann, St. Louis, MO.
- Harle S.K., Vickers J.N. (2001), *Training quiet eye improves accuracy in the basketball free throw*, Sport Psychologist, 15, 289–305.
- Khanal S. (2015), *Impact of visual skills training on sports performance: Current and future perspectives*, Advances in Ophthalmology and Visual System, 2, 00032, DOI: 10.15406/aovs.2015.02.00032.
- Knudson D., Kluka D.A. (1997), *The impact of vision and vision training on sport performance*, Journal of Physical Education, Recreation & Dance, 68, 17–24.
- Krzepota J., Zwierko T., Puchalska-Niedbał L., Markiewicz M., Florkiewicz B., Lubiński W. (2015), *The efficiency of a visual skills training program on visual search performance*, Journal of Human Kinetics, 46, 231–240.
- Paul M., Shukla G., Sandhu J.S. (2011), *The effect of vision training on performance in tennis players*, Serbian Journal of Sports Sciences, 5, 11–16.
- Quevedo L., Solé J., Palmi J., Planas A., Soana C. (1999), *Experimental study of visual training effects in shooting initiation*, Clinical and Experimental Optometry, 82, 23–28.
- Quevedo L., Solé J. (1995), *Visual training programme applied to precision shooting*, Ophthalmic and Physiological Optics, 15, 519–523.
- Rezaee M., Ghasemi A., Momeni M. (2012), *Visual and athletic skills training enhance sport performance*, European Journal of Experimental Biology, 2, 2243–2250.

- Schwab S., Memmert D. (2012), *The impact of a sports vision training program in youth field hockey players*, Journal of Sports Science and Medicine, 11, 624–631.
- Tieg D.S. (2015), *High performance vision: How to improve your visual acuity, hone your motor skills & up your game*, Square One Publishers.
- Vickers J.N. (2007), *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*, Human Kinetics.
- Vine S.J., Moore L.J., Wilson M.R. (2014), *Quiet eye training: the acquisition, refinement and resilient performance of targeting skills*, European Journal of Sport Science, 14, Suppl, 1, S235–S242.
- Vine S.J., Wilson M.R. (2011), *The influence of quiet eye training and pressure on attention and visuo-motor control*, Acta Psychologica, 136, 340–346.
- Wilson T.A., Falkel J. (2004), *Sports Vision: Training for better performance*, Human Kinetics.
- Wimshurst Z.L., Sowden P.T., Cardinale M. (2012), *Visual skills and playing positions of Olympic field hockey players*, Perceptual and Motor Skills, 114, 204–216.
- Wood G., Wilson M.R. (2011), *Quiet-eye training for soccer penalty kicks*, Cognitive Processing, 12, 257–266.
- Wood G., Wilson M.R. (2012), *Quiet-eye training, perceived control and performing under pressure*, Psychology of Sport and Exercise, 13, 721–728.
- Wood J.M., Abernethy B. (1997), *An assessment of the efficacy of sports vision training programs*, Optometry and Vision Science, 74, 646–659.
- Wood J.M., Woods R.L., Jack M.P. (1994), *Exercise does not increase visual field sensitivity*, Optometry and Vision Science, 71, 682–684.
- Zwierko T., Puchalska-Niedbał L., Krzepota J., Markiewicz M., Woźniak J., Lubiński W. (2015), *The effects of sports vision training on binocular vision function in female university athletes*, Journal of Human Kinetics, 49, 287–296.

8. Trening percepcji wzrokowej w koszykówce

Teresa Zwierko, Piotr Lesiakowski

Koszykówka należy do dyscyplin sportowych o wysokich wymaganiach funkcji percepcji wzrokowej (Wilson, Falkel 2004; Erickson 2007). Informacje płynące z dynamicznie zmieniającego się otoczenia oraz konieczność podejmowania szybkich decyzji na podstawie analizy wielu czynników, tj. położenia piłki, partnerów, przeciwników, taktyki gry, a także swoich możliwości fizycznych, stawiają przed zawodnikami wysokie wymagania w zakresie sprawności funkcji wzrokowych i percepcyjnych. W głównej mierze wynika to z konieczności kierowania uwagi wzrokowej zarówno na obiekty poruszające się w polu gry (piłka, przeciwnik, partner), jak i obiekty stacjonarne (kosz, linie boiska). Ponadto w czasie gry sprawność funkcji percepcyjnych musi być utrzymywana przez relatywnie długi czas w warunkach narastającego zmęczenia fizycznego, które jest czynnikiem bezpośrednio modulującym przebieg funkcji wzrokowych i percepcyjnych (Tomporowski 2003; Davranche i wsp. 2006; McMorris 2006; Thomson i wsp. 2009; Zwierko i wsp. 2010; Zwierko 2011).

Podobnie jak inne gry zespołowe koszykówka jest wysoce reaktywnym sportem, w którym szczególnie istotne są funkcje wzrokowe związane z:

- kinetyczną i statyczną ostrością wzroku;
- czułością kontrastową, która może być zaburzona choćby przez warunki oświetlenia hali sportowej;
- akomodacją umożliwiającą sprawne utrzymanie ostrości wzroku kierowanego na bliższą i dalszą odległość w stale zmieniających się warunkach;
- widzeniem stereoskopowym pozwalającym na ocenę odległości postrzeganych obiektów;

- funkcją okulomotoryczną odpowiadającą za ruchy gałek ocznych (sakady, ruchy śledzące) wpływające na zakres szybkiej lokalizacji obiektów oraz ich kontrolę wzrokową;
- widzeniem peryferyjnym (świadomością peryferyjną) pozwalającym na przetwarzanie informacji z obwodowego pola widzenia bez zmiany kierunku fiksacji;
- dominacją oczną w dużym zakresie związaną z techniką pracy ręki przy rzucie do kosza.

W odniesieniu do specyficznych aspektów zdolności percepcji wzrokowej, często kwalifikowanych w modelu funkcji percepcyjnych w sporcie jako elementy systemu *software* (Abernethy 1987; Williams i wsp. 1999), w koszykówce ważną rolę odgrywają:

- szybkość reakcji na bodźce wzrokowe rozumiana jako czas reakcji oraz szybkość ruchu (ręki, ciała) na obiekty pojawiające się w centralnym i peryferyjnym polu widzenia; szybkość reakcji jest odpowiedzią motoryczną na pojawiające się proste i złożone bodźce wzrokowe;
- koordynacja oko–ręka rozumiana jako zdolność do synchronizacji odpowiedzi motorycznej na bodźce wzrokowe przy użyciu ręki (rąk); szczególnie istotne w koszykówce jest reagowanie ruchem ręki na szybko zmieniające się informacje pojawiające się w polu widzenia;
- szybkość lokalizacji przestrzennej (orientacji przestrzennej) specyficznych bodźców jako zdolność do względnie szybkiego spostrzegania czasowych i przestrzennych informacji wzrokowych podczas akcji ofensywnych i defensywnych;
- antycypacja koincydencji rozumiana jako zdolność do przewidywania pojawienia się obiektów lub bodźców w określonym miejscu i czasie, zazwyczaj powiązana z podjęciem decyzji motorycznej (oraz w konsekwencji właściwego działania motorycznego) w głównej mierze oparta na wiedzy wynikającej z doświadczenia zawodnika; prostym przykładem przejawu zdolności antycypacji koincydencji (timingu) jest właściwa ocena wzrokowa czasu i miejsca chwytu piłki (zbiórka, podanie, przechwyt itp.);
- uwaga wzrokowa koncentrowana na właściwych punktach fiksacji i czasie fiksacji w specyficznych działaniach techniczno-taktycznych, tj. rzuty wolne do kosza (Vickers, Adolphe 1997), rzuty w wyskoku (Oudejans i wsp. 2005; Steciuk, Zwierko 2015).

Kształtowanie funkcji wzrokowych i kompetencji percepcyjnych jest możliwe do realizacji w warunkach treningowych. Poniżej przedstawiono przykłady ćwiczeń z zastosowaniem trenażerów (FitLight Trainer™), metod instrukcji słownej i ilustracji instruktażowych oraz prostych przyborów, tj. piłeczek tenisowych, optotypów, gogli ograniczających pole widzenia (ryc. 8.1). Ćwiczenia mają charakter typowy dla dyscypliny, to znaczy w ich realizacji dominują specyficzne formy działań motorycznych. Na rycinie 8.2. przedstawiono nazewnictwo symboli oraz działań z piłką i bez piłki zastosowane w opisie ćwiczeń.



Rycina 8.1. Gogle ograniczające pole widzenia

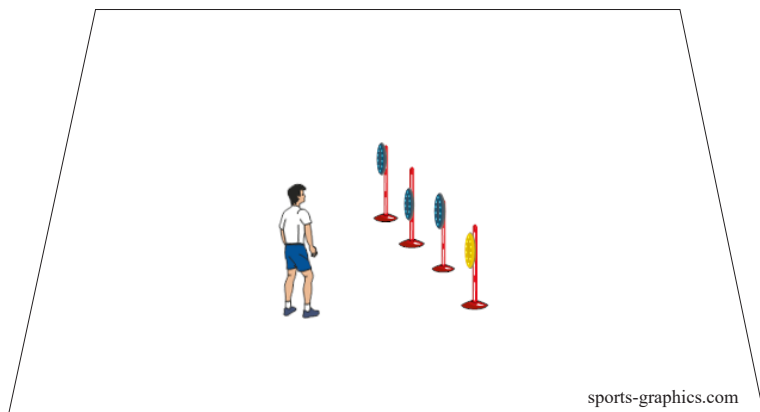
Rycina 8.2. Nazewnictwo symboli oraz działań z piłką i bez piłki zastosowane w opisie ćwiczeń

Źródło: opracowanie własne przy użyciu programu easy Sports-Graphics (www.easy-sports-software.com).



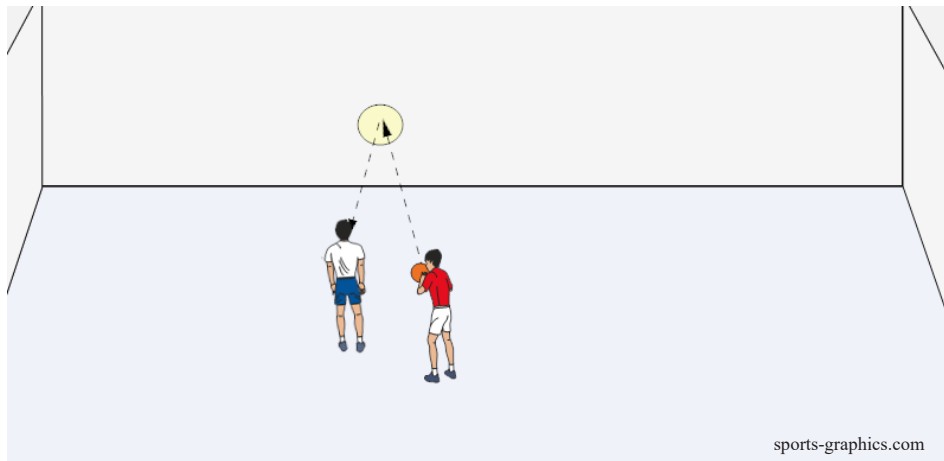
Szybkość reakcji prostej

Ćwiczenie 8.1



- Organizacja** Dowolna liczba uczestników, miejsce w sali przy ścianie lub drabinkach albo stelaż z umocowanymi dyskami.
- Przebieg** Zawodnik ustawiony w odległości 1 metra od ściany, na której na wysokości 120 i 180 centymetrów są umieszczone cztery dyski świetlne (bądź stelaż z umocowanymi dyskami). Zawodnik jak najszybciej stara się zareagować na pojawiający się bodziec świetlny i poprzez dotyk dłonią dezaktywować dysk. Do realizacji ćwiczenia angażowana jest zarówno ręka prawa, jak i ręka lewa.
- Obciążenie** Serie 5×30 sekund, 15-sekundowe przerwy pomiędzy kolejnymi seriami.
- Odmiany** Zadanie realizowane z kozłowaniem piłki.
Zadanie realizowane ze współzawodnictwem – rywalizują dwie osoby w ciągu 30 sekund.
Możliwość zwiększenia liczby dysków oraz zmiany ich konfiguracji.
- Przybory** Trenażer FitLight Trainer™, piłka do koszykówki.

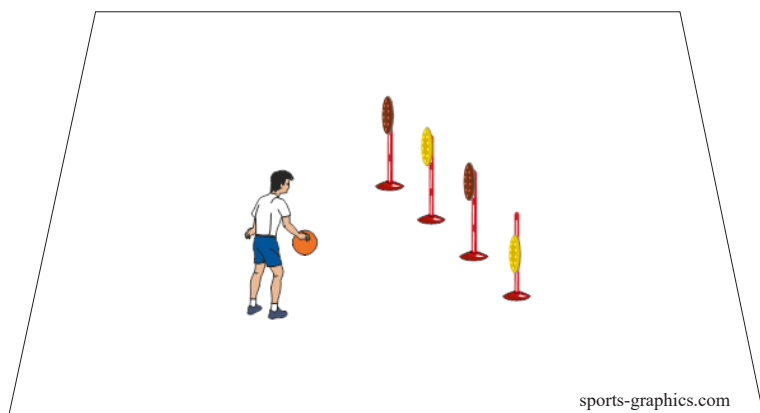
Ćwiczenie 8.2



Organizacja	Dowolna liczba uczestników, miejsce w sali przy ścianie, uczestnicy ustawieni w parach.
Przebieg	Jeden zawodnik ustawiony w odległości około 2 metrów przodem do ściany (wzrok skierowany na wyznaczony obszar na ścianie). Partner ustawiony za plecami rzuca piłką o ścianę. Zadaniem zawodnika jest jak najszybszy chwyt piłki.
Obciążenia	Seria 10–12 powtórzeń, następnie zmiana zawodnika.
Odmiany	Zmniejszona odległość od ściany. Zastosowanie piłeczki tenisowej. Zastosowanie różnych rodzajów podań o ścianę (piłka nadlatująca z różnych kierunków). Zastosowanie gogli ograniczających pole widzenia.
Przybory	Piłka do koszykówki, piłeczka tenisowa, gogle.

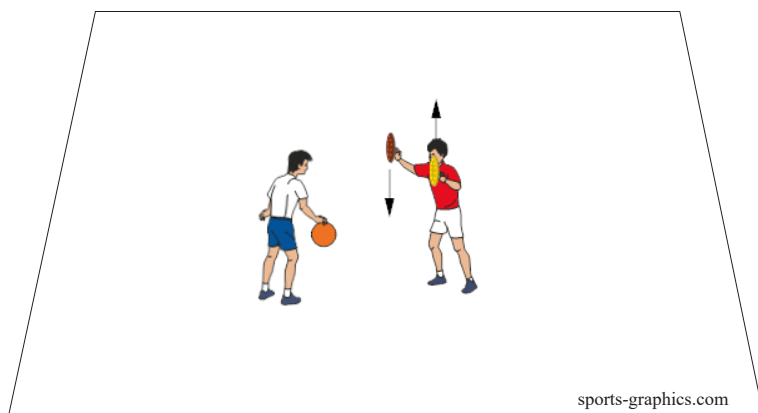
Szybkość reakcji złożonej

Ćwiczenie 8.3



Organizacja	Dowolna liczba uczestników, miejsce w sali przy ścianie lub drabinkach albo stelaż z umocowanymi dyskami.
Przebieg	Zawodnik (lub zawodnicy) ustawiony jak w ćwiczeniu 8.1. Dyski zaprogramowane na pojawienie się bodźców w dwóch kolorach (np. czerwonym i żółtym). Bodziec czerwony jest dezaktywowany ręką prawą, bodziec żółty ręką lewą. Zawodnik jak najszybciej stara się zareagować na pojawiający się bodziec świetlny i poprzez dotyk dłonią dezaktywować dysk.
Obciążenie	Serie 5×30 sekund, 15-sekundowe przerwy pomiędzy kolejnymi seriami.
Odmiany	<p>Ćwiczenie z kozłowaniem piłki (ćwiczenie wymusza ciągłą zmianę ręki kozłującej).</p> <p>Wykorzystanie uprząży treningowej (ćwiczenie z oporem).</p> <p>Ćwiczenie ze współzawodnictwem.</p> <p>Możliwość zwiększenia liczby dysków oraz zmiany ich konfiguracji.</p>
Przybory	Trenażer FitLight Trainer™, piłka do koszykówki.

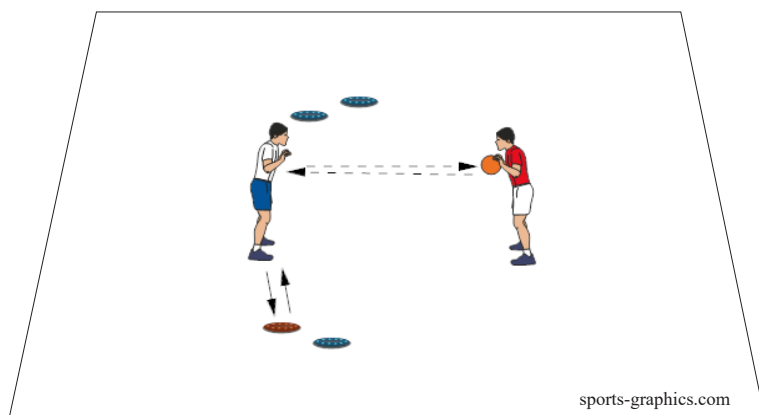
Ćwiczenie 8.4



Organizacja	Ustawienie w parach w odległości około 1 metra, dowolna liczba par.
Przebieg	Jedna osoba z pary kozłuje piłkę, partner trzyma w dłoniach dwa dyski świetlne. Kozłujący piłkę stara się zareagować na pojawiający się bodziec według zasady opisanej w ćwiczeniu 8.3. Partner zmienia dowolnie wysokość dysków.
Obciążenie	Serie 4×60 sekund, następnie zmiana ćwiczącego.
Odmiany	Partner porusza się tyłem, kozłujący dostosowuje szybkość poruszania się. Partner porusza dyskami w różnych kierunkach.
Przybory	Trenażer FitLight Trainer™, piłka do koszykówki.

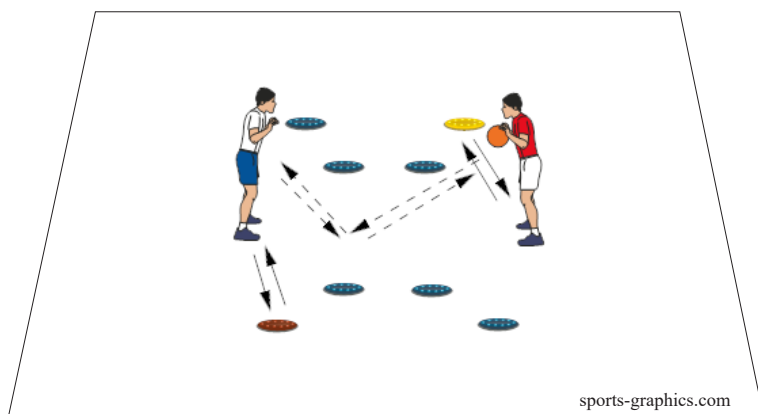
Szybkość reakcji na bodźce peryferyjne

Ćwiczenie 8.5



- Organizacja** Ustawienie w parach naprzeciwko siebie w odległości 3 metrów.
- Przebieg** Na podłożu są umieszczone dwa dyski świetlne z prawej i dwa z lewej strony zawodnika. Dyski zaprogramowano na pojawienie się bodźca świetlnego w postaci światła o jednolitej barwie, ich dezaktywacja następuje poprzez ruch ręki nad dyskiem do wysokości 80 centymetrów. Zadaniem zawodnika jest wymiana podań z partnerem, a w momencie zauważenia bodźca pojawiającego się peryferyjnie jak najszybsze dojście do dysku i jego dezaktywacja.
- Obciążenie** Seria 4×60 sekund, następnie zmiana ról w parze.
- Odmiany** Dyski są zaprogramowane na pojawienie się światła tylko w centralnej ich części.
- Dyski są zaprogramowane na pojawienie się dwóch kolorów światła (np. czerwonego i żółtego), zawodnik reaguje wyłącznie na kolor żółty.
- W ćwiczeniu wykorzystuje się piłeczkę tenisową.
- Zamiast podania piłki zawodnik odczytuje optotypy o różnej wielkości pokazywane na tabliczkach (cyfry, litery, kształty) oraz zmienia odległość od partnera.

Ćwiczenie 8.6



Organizacja	Zawodnicy w parach ustawieni naprzeciwko siebie.
Przebieg	Ćwiczący wykonują podania wybraną techniką. Cztery dyski po każdej ze stron są zaprogramowane na pojawienie się dwóch kolorów światła (np. czerwonego, żółtego). Dezaktywacji dysków w kolorze czerwonym dokonuje pierwszy zawodnik, natomiast dysków w kolorze żółtym drugi zawodnik.
Obciążenie	Serie 4×60 sekund, zmiana techniki podania.
Odmiany	Podania są wykonywane dwiema piłkami. Dyski są zaprogramowane na pojawienie się światła tylko w centralnej ich części. Podania wykonuje się piłeczką tenisową. Zamiast podań piłką wykorzystuje się tabliczki z optotypami. Zmiana częstotliwości pojawiania się bodźców świetlnych.
Przybory	Trenażer FitLight Trainer™, piłka do koszykówki, piłeczka tenisowa, tabliczka z optotypami.

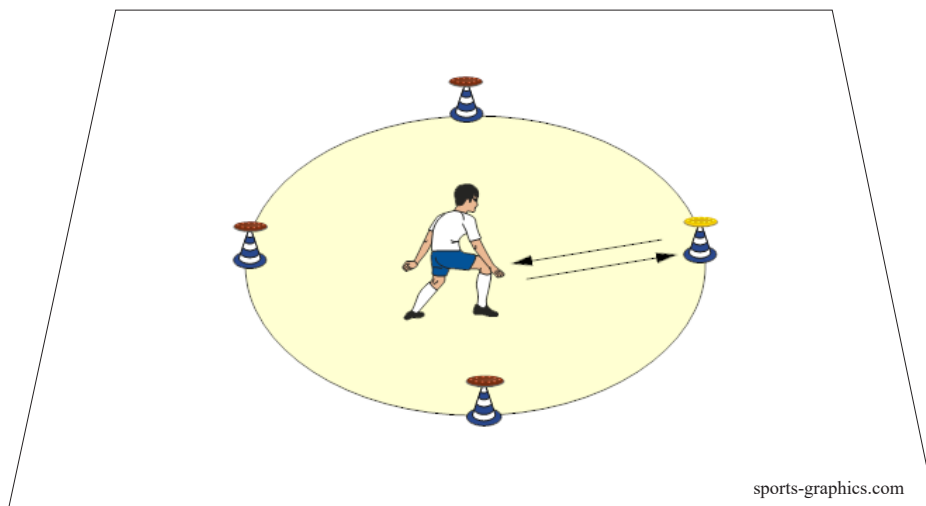
Ćwiczenie 8.7



Organizacja	Ustawienie w czwórkach, dowolna liczba czwórek, określone pole ćwiczenia.
Przebieg	Zawodnik w ataku kozłuje piłkę, drugi w obronie próbuje wybić piłkę. Dwaj pozostali poruszają się z boku zawodnika kozłującego piłkę, trzymając zaprogramowane dyski świetlne. Zawodnik kozłujący stara się dezaktywować światło dysków pojawiające się w peryferyjnym polu widzenia, rozgrywając akcję 1 × 1.
Obciążenie	Serie 4 × 60 sekund, następnie zamiana ról.
Odmiany	Zamiast dysków zawodnicy poruszający się w pasach zewnętrznych wykorzystują tabliczki z zamieszczonymi optotypami (literami, cyframi, kształtami), które zawodnik podczas rozgrywania akcji musi odczytać. Zamiast dysków zawodnicy poruszający się w pasach zewnętrznych wykorzystują podania piłeczką tenisową.
Przybory	Trenażer FitLight Trainer™, piłka do koszykówki, tabliczki z optotypami.

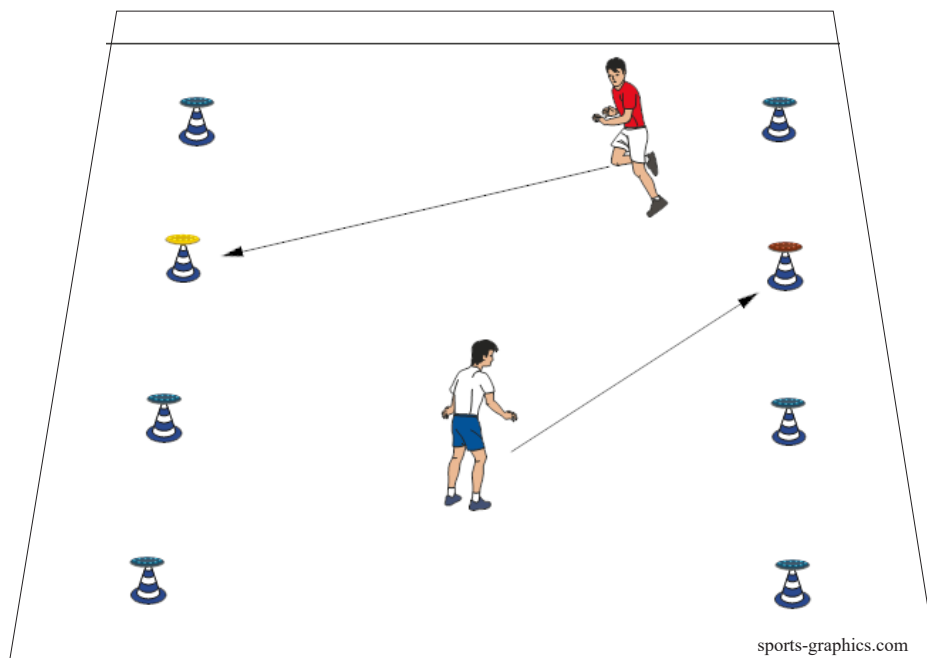
Szybkość lokalizacji przestrzennej

Ćwiczenie 8.8



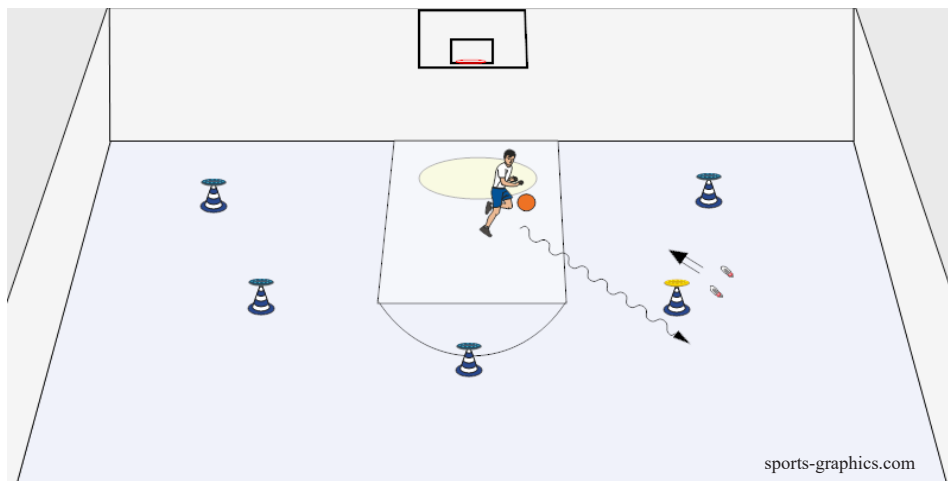
Organizacja	Dowolna liczba zawodników, cztery dyski umieszczone na słupkach wysokości 50 centymetrów rozmieszczonych symetrycznie na obwodzie koła.
Przebieg	Zawodnik, poruszając się krokiem dostawnym, stara się jak najszybciej zlokalizować sygnał świetlny i dezaktywować dysk (dotyk), wracając do środka koła. Ocenie podlega liczba bodźców, na które zawodnik zdołał zareagować w określonym czasie.
Obciążenie	Serie 4×30 sekund.
Odmiany	Ćwiczenie wykonywane z kozłowaniem piłki. Ćwiczenie wykonywane z kozłowaniem piłeczki tenisowej. Ćwiczenie z zastosowaniem gogli ograniczających pole widzenia.
Przybory	Trenażer FitLight Trainer™, pachołki, piłka do koszykówki, gogle.

Ćwiczenie 8.9



Organizacja	Dwóch rywalizujących zawodników, osiem dysków umieszczonych na słupkach wysokości 50 centymetrów rozmieszczonych na połowie boiska.
Przebieg	Dwóch zawodników rywalizuje w grze szybkości wyszukiwania właściwych bodźców świetlnych. Jeden reaguje na kolor czerwony, drugi na żółty. Dyski są dezaktywowane poprzez dotyk.
Obciążenie	Serie 4×60 sekund.
Odmiany	<p>Ćwiczenie wykonywane z kozłowaniem piłki.</p> <p>Ćwiczenie wykonywane z kozłowaniem piłeczki tenisowej.</p> <p>Zmiana konfiguracji ustawienia pachołków z dyskami.</p> <p>Ćwiczenie z zastosowaniem gogli ograniczających pole widzenia.</p>
Przybory	Trenażer FitLight Trainer™, pachołki, piłka do koszykówki, gogle.

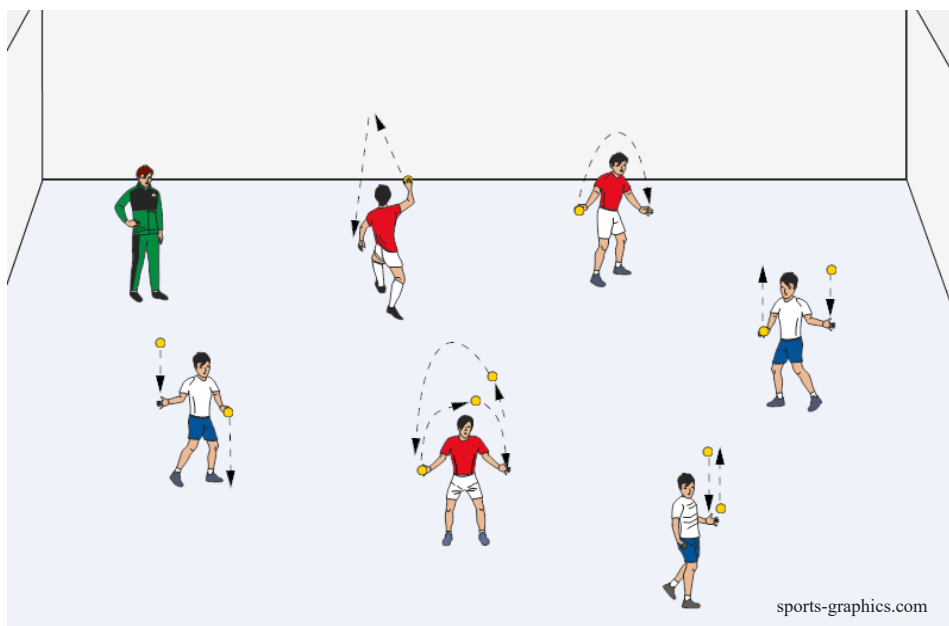
Ćwiczenie 8.10



Organizacja	Pięć dysków na pachołkach wysokości 50 centymetrów rozmieszczonych za polem trzech sekund według powyższego schematu. Pozycja wyjściowa zawodnika z piłką oznaczoną pod koszem.
Przebieg	Dyski są aktywowane w losowy sposób. Zadaniem ćwiczącego jest jak najszybsze przemieszczenie się z piłką podczas kozłowania do zlokalizowanego aktywowanego dysku, minięcie słupka w prawą bądź lewą stronę, zatrzymanie na dwa tempa i oddanie rzutu z wyskoku. Zawodnik zbiera piłkę i następnie lokalizuje następny dysk.
Obciążenie	Seria 4 × 60 sekund.
Odmiany	Skrócenie czasu utrzymania aktywacji dysku. Ćwiczenie wykonywane w parach. Zawodnik lokalizujący dyski wybiega na pozycję bez piłki. Partner spod kosza wykonuje podanie, następnie zbiera piłkę. Zawodnik rzucający po oddaniu rzutu obiega znacznik umieszczony pod koszem (pozycja wyjściowa).
Przybory	Trenażer FitLight Trainer™, pachołki, piłka do koszykówki.

Koordinacja oko-ręka

Ćwiczenie 8.11



Organizacja Dowolna liczba uczestników.

Przebieg Każdy z zawodników dysponuje piłeczkami tenisowymi i wykonuje zaproponowane ćwiczenia przez trenera. Propozycje ćwiczeń:

Podrzuty jednej piłeczki tenisowej w górę, na zmianę prawą i lewą ręką.

Podrzuty dwiema piłeczkami asymetryczne lub symetrycznie na różną wysokość.

Podrzuty jednej piłeczki w górę, natomiast drugą odbicie w podłogę.

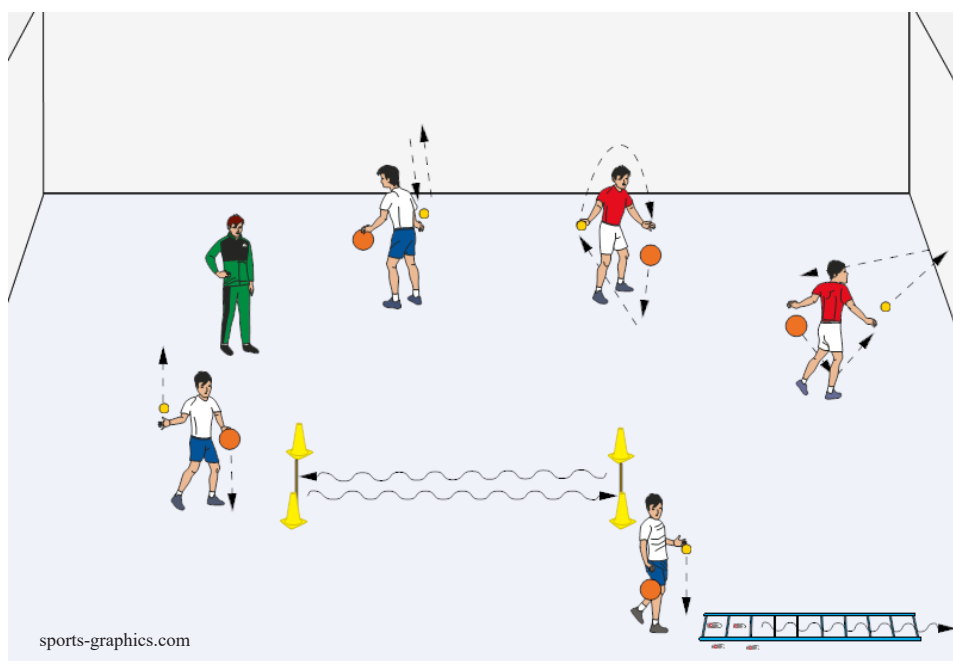
Odbicia piłeczki o ścianę, chwyt jednorącz.

Żonglowanie dwiema (trzema) piłeczkami (jednorącz lub oburącz).

Obciążenie Serie 5×30 sekund.

Odmiany	Ćwiczenia wykonywane w ruchu (bieg przodem, tyłem, krok odstawno-dostawny). Ćwiczenia wykonywane z zastosowaniem gogli ograniczających pole widzenia.
Przybory	Piłeczki tenisowe, gogle.

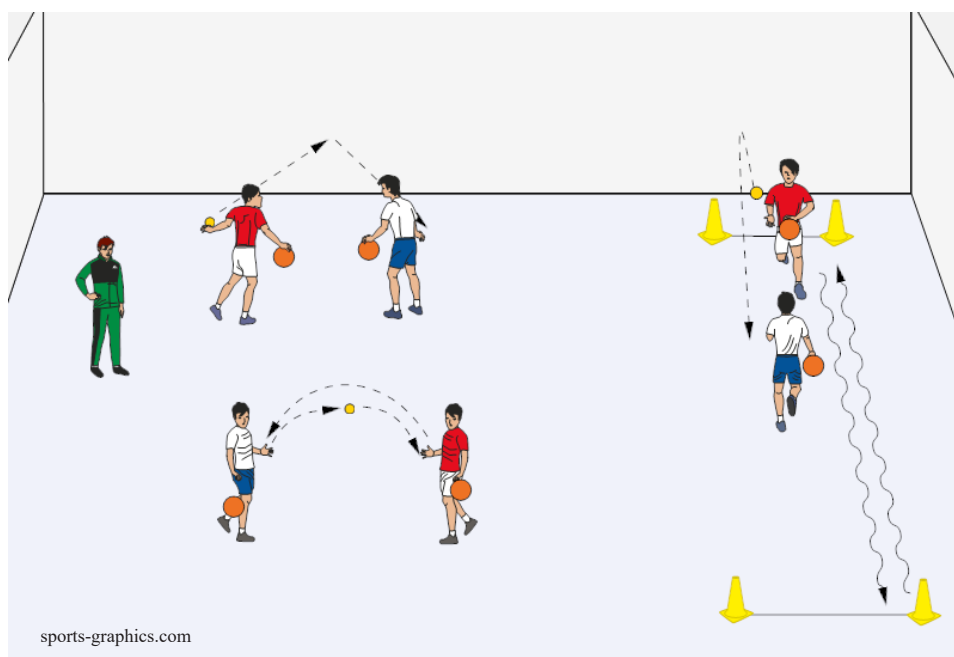
Ćwiczenie 8.12



Organizacja	Dowolna liczba uczestników.
Przebieg	Każdy z zawodników ma piłeczkę tenisową i piłkę do koszykówki. Zawodnicy wykonują kozłowanie piłki w miejscu z jednoczesnym podrzutem piłeczki tenisowej. Kozłujący kontroluje piłkę, zwiększając częstotliwość podrzutów piłeczki tenisowej. Zmiana ręki kozłującej (V).
Obciążenie	Serie 5 × 30 sekund.

Odmiany	<p>Kozłując piłkę sekwencyjnie podrzuca piłeczkę tenisową raz w górę, następnie opuszcza ją na podłogę i chwytą po odbiciu, zmiana rąk.</p> <p>Ćwiczenia wykonywane w ruchu.</p> <p>Ćwiczenia wykonywane z zastosowaniem gogli ograniczających pole widzenia.</p>
Przybory	<p>Zawodnik, kozłując piłkę, odbija piłeczkę tenisową o ścianę.</p> <p>Piłeczki tenisowe, pachołki, drabinka koordynacyjna, gogle.</p>

Ćwiczenie 8.13



Organizacja	Zawodnicy w parach naprzeciwko siebie.
Przebieg	Każdy z zawodników kozłuje piłkę, jednocześnie podają do siebie piłeczkę tenisową. W ćwiczeniu wykorzystuje się zmianę ręki kozłującej (V).
Obciążenie	Serie 5 × 60 sekund.

Odmiany	<p>Ćwiczenie wykonywane z odbiciem piłeczki tenisowej o ścianę.</p> <p>Ćwiczenia wykonywane w ruchu.</p> <p>Podania dwiema piłeczkami tenisowymi jednocześnie.</p> <p>Ćwiczenia wykonywane z zastosowaniem gogli ograniczających pole widzenia.</p>
Przybory	Piłeczki tenisowe, pachołki, gogle.

Ćwiczenie 8.14



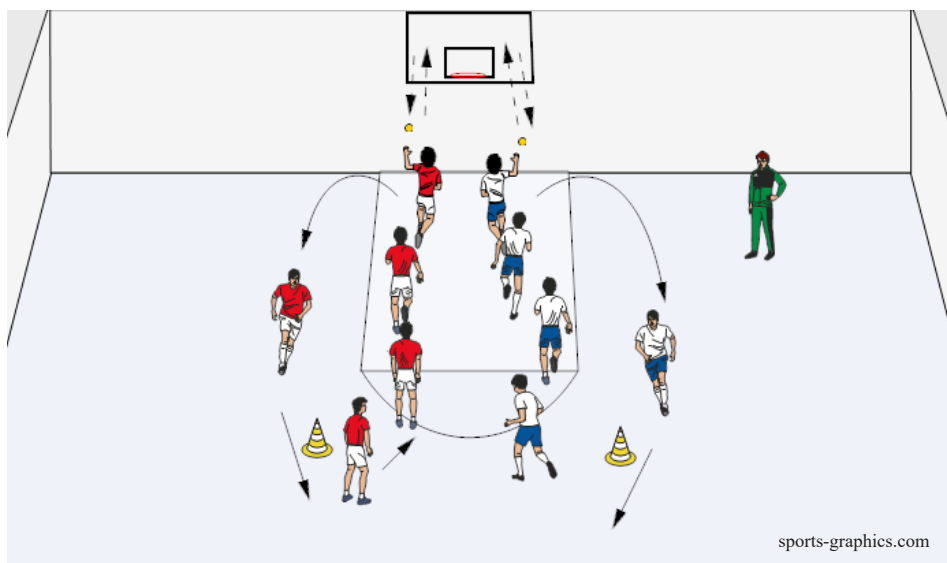
Organizacja	Dowolna liczba uczestników, ustawienie w rzędzie z prawej (lewej) strony kosza.
Przebieg	Zawodnicy kolejno wbiegają pod kosz. Trener podaje piłeczkę tenisową wbiegającemu, który chwyta ją jednorącz i wykonuje rzut z dwutaktu. Po zebraniu piłki następuje zmiana stron.
Obciążenie	Serie 5–10 powtórzeń z każdej strony.
Odmiany	Zawodnicy kozłują piłkę do koszykówki, wykonują rzut do kosza z dwutaktu z prawej strony, podczas którego chwytają piłeczkę

tenisową podaną przez trenera ręką lewą. Analogicznie wykonują dwutakt z lewej strony.

Ćwiczenia wykonywane z zastosowaniem gogli ograniczających pole widzenia.

Przybory Piłeczki tenisowe, pachołki, gogle.

Ćwiczenie 8.15



Organizacja Dowolna liczba uczestników, zawodnicy ustawieni w dwóch rzędach: z prawej i lewej strony tablicy.

Przebieg Pierwszy z rzędu rzuca w wyskoku piłeczkę tenisową o tablicę, następny z rzędu chwyta ją jednorącz w wyskoku i ponownie uderza o tablicę. Ćwiczenie jest kontynuowane do osiągnięcia wyznaczonej liczby uderzeń (np. 20), po ostatnim uderzeniu następuje rzut do kosza.

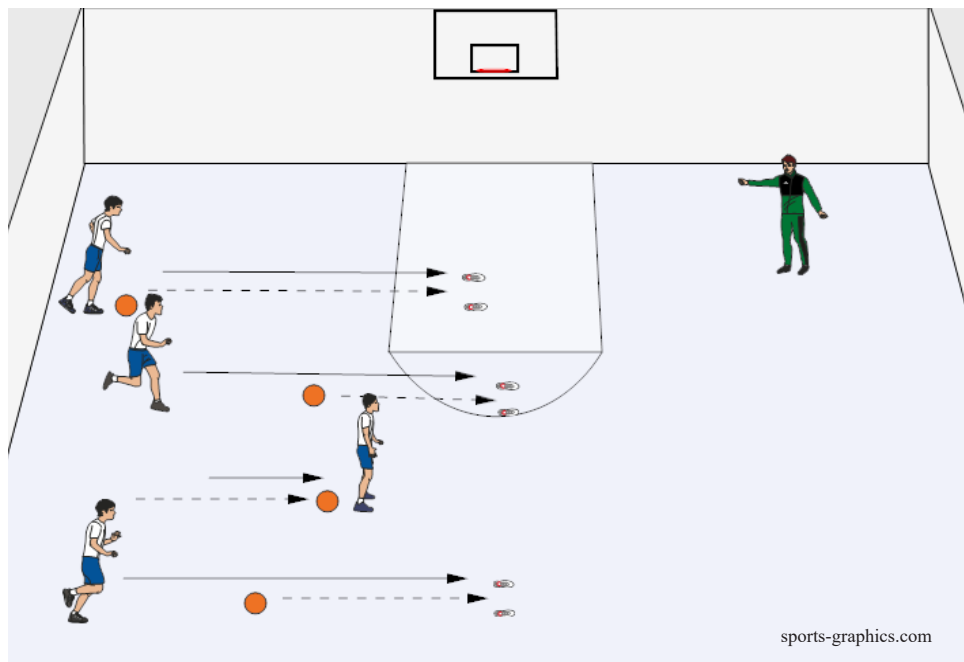
Obciążenie Serie 4–6 powtórzeń, następnie zmiana stron.

Odmiana Ćwiczenia wykonywane z zastosowaniem gogli ograniczających pole widzenia.

Przybory Piłeczki tenisowe, pachołki, gogle.

Antycypacja koincydencji

Ćwiczenie 8.16

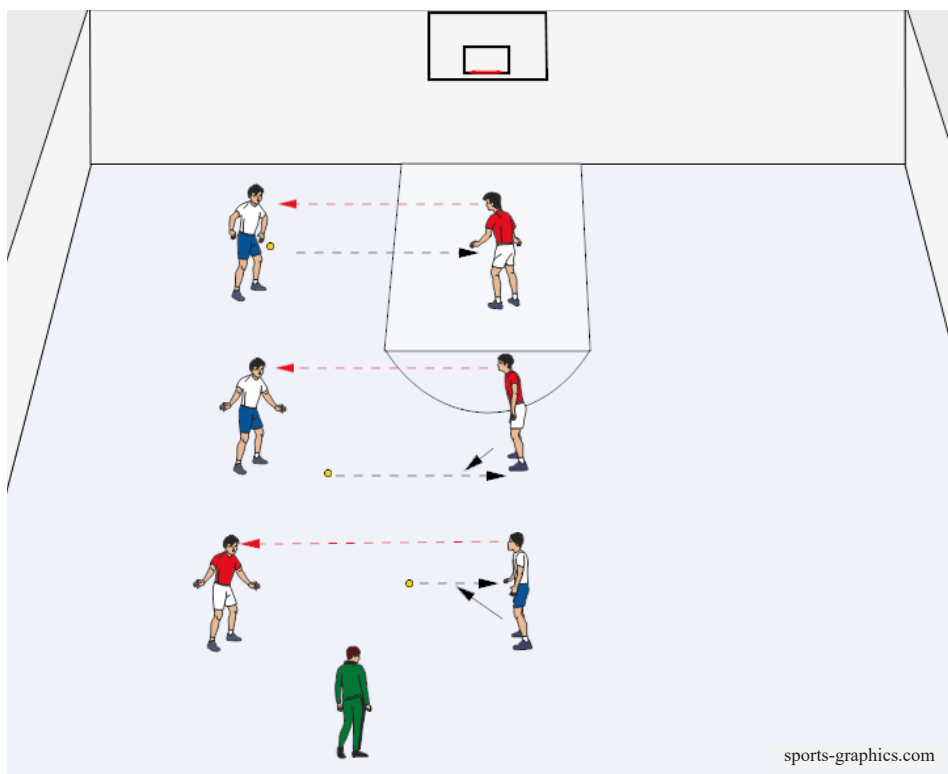


Organizacja	Dowolna liczba uczestników, każdy z zawodników ma piłkę.
Przebieg	Zawodnik ustawiony przy linii bocznej boiska jednorącz wykonuje podanie piłki po parkiecie (toczenie) przed sobą w linii prostej. Następnie stara się dogonić toczącą się piłkę, wyprzedzając ją w odpowiednim miejscu i czasie, i wykonać zatrzymanie na jedno tempo przodem do piłki w ten sposób, aby piłka mogła kontynuować tor poruszania się, mijając obszar między stopami zawodnika.
Obciążenie	2 serie po 10 powtórzeń.
Odmiany	Zwiększenie częstotliwości ćwiczenia do 2–3 zatrzymań na całej długości. Zamiast zatrzymania na jedno tempo zastosowanie innych elementów (np. podpór przodem, podpór tyłem).

Wykorzystanie piłeczek tenisowych oraz gogli ograniczających pole widzenia.

Przybory Piłki do koszykówki, piłeczki tenisowe, gogle.

Ćwiczenie 8.17



Organizacja Dowolna liczba uczestników, zawodnicy ustawieni w parach naprzeciwko siebie w odległości około 3 metrów.

Przebieg Zawodnik w goglach w niskiej pozycji koncentruje wzrok na partnerze, który we właściwym czasie toczy piłeczkę tenisową w kierunku prawej lub lewej strony zawodnika. Zawodnik, utrzymując koncentrację wzroku w centralnym polu widzenia, stara się we właściwym momencie zatrzymać piłeczkę prawą (lewą) dłonią.

Obciążenie	Serie 10 powtórzeń, następnie zmiana ról.
Odmiany	Ćwiczenia wykonywane w ruchu. Zmiana szybkości toczonej piłki. Wykorzystanie dodatkowej piłki do koszykówki, woreczków, różnicujących szybkość reakcji zawodnika. W początkowej fazie zawodnik w goglach ustawiony jest bokiem do partnera.
Przybory	Piłki do koszykówki, piłeczki tenisowe, woreczki, gogle.

Uwaga wzrokowa. Ćwiczenia quiet eye

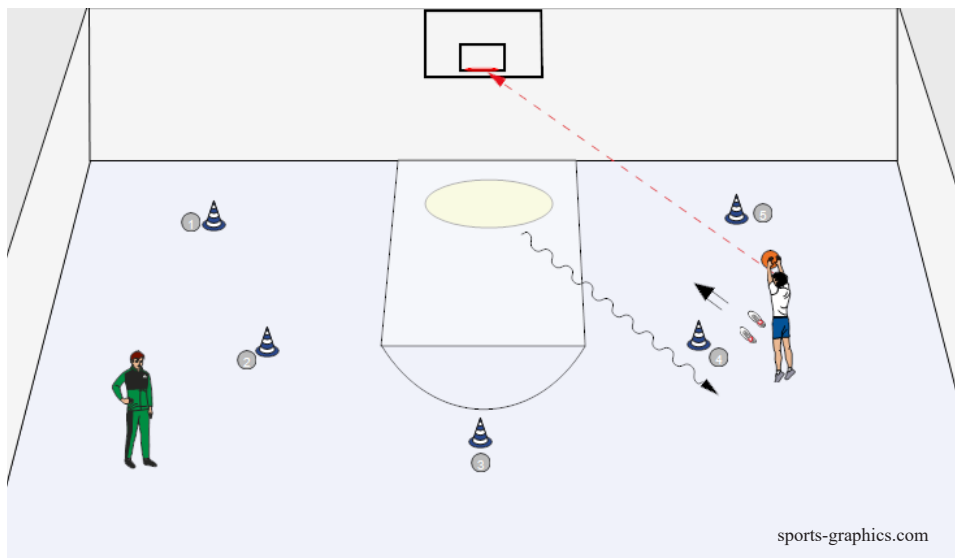
Ćwiczenie 8.18

Organizacja	Dowolna liczba uczestników, zawodnicy ustawieni przed linią rzutów wolnych.
Przebieg	W ćwiczeniu doskonalącym technikę rzutu wolnego do kosza trener stosuje instrukcję słowną kierowania uwagi wzrokowej na właściwe miejsce fiksacji zilustrowane na rycinie 8.3: <ul style="list-style-type: none"> – Stań przed linią rzutów wolnych. Skieruj wzrok na przednią część obręczy. – Przenieś piłkę przodem, tworząc linię rzutu, utrzymuj wzrok na pojedynczym punkcie obręczy przez co najmniej 1 sekundę. – Podczas wykonania rzutu piłka czasowo zasłoni kosz, w tym momencie staraj się nie kierować wzroku za ruchem piłki i ręki. – Utrzymując stabilną fiksację (<i>quiet eye</i>), wykonaj rzut, utrzymując piłkę i rękę w linii rzutu.



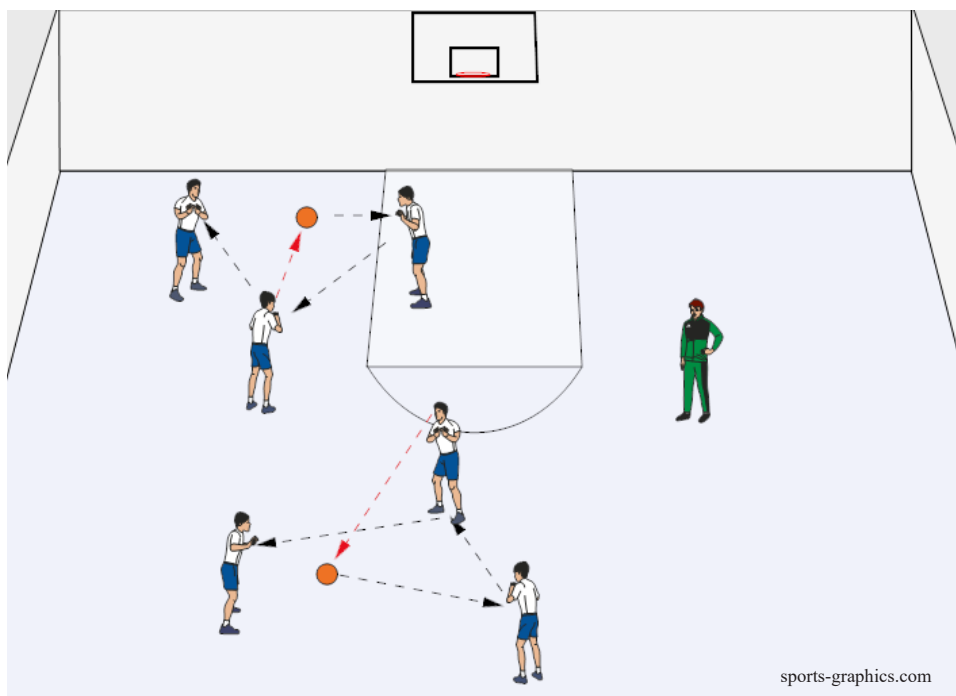
Rycina 8.3. Fazy rzutu z zaznaczeniem właściwych miejsc fiksacji oka podczas rzutu wolnego

Ćwiczenie 8.19



Organizacja	Pięć pachołków o wysokości 50 centymetrów rozmieszczonych za polem trzech sekund według powyższego schematu. Pozycja wyjściowa zawodnika z piłką oznaczona pod koszem.
Przebieg	Zadaniem ćwiczącego jest jak najszybsze przemieszczenie się z piłką podczas kozłowania do kolejnego pachołka, minięcie go w prawą bądź lewą stronę, zatrzymanie na dwa tempa i oddanie rzutu z wyskoku. Podczas rzutu zawodnik stara się utrzymać fiksjację oczu możliwie w jednym punkcie (punkt na obręczy, górna krawędź prostokąta przy oddaniu rzutu o tablicę).
Obciążenie	Seria 3 × 60 sekund, 30-sekundowe przerwy między powtórzeniami.
Odmiana	Ćwiczenia wykonywane z zastosowaniem gogli koncentrujących widzenie centralne.
Przybory	Piłki do koszykówki, pachołki, gogle.

Ćwiczenie 8.20



Organizacja	Dowolna liczba uczestników, zawodnicy ustawieni w trójkącie w odległości około 3 metrów.
Przebieg	Zawodnicy wykonują podania piłką, na której umieszczono optotypy (np. kółka o różnej wielkości i kolorze, cyfry, litery itp.). Podczas wymiany piłek zawodnik nieuczestniczący w wymianie podania śledzi piłkę, starając się odczytać zadany przez trenera optotyp.
Obciążenie	Seria 3×60 sekund, 30-sekundowe przerwy między powtórzeniami.
Odmiana	Ćwiczenia wykonywane z zastosowaniem gogli ograniczających pole widzenia.
Przybory	Piłki do koszykówki, gogle.

Piśmiennictwo

- Abernethy B. (1987), *Selective attention in fast ball sports: II Expert – novice differences*, Australian Journal of Science and Medicine in Sport, 19 (4), 3–6.
- Davranche K., Burle B., Audiffren M., Hasbroucq T. (2006), *Physical exercise facilitates motor processes in simple reaction time performance: An electromyographic analysis*, Neuroscience Letters, 396, 54–56.
- Erickson G.B. (2007), *Sports vision: vision care for the enhancement of sports performance*, Butterworth-Heinemann, St. Louis, MO.
- McMorris T. (2006), *Exercise and cognition: Theoretical and empirical evidence for an interaction effect from an integrated cognitive psychology/neuroscientific perspective*, w: *Focus an exercise and health research*, red. T.B. Selkirk, Nova Science Publishers, New York, 17–60.
- Oudejans R.R.D., Koedijker J.M., Bleijendaal I., Bakker F.C. (2005), *The education of attention in aiming at a far target: Training visual control in basketball jump shooting*, International Journal of Sport Psychology, 3, 197–221.
- Steciuk H., Zwierko T. (2015), *Gaze behavior in basketball shooting: Preliminary investigations*, Trends in Sport Sciences, 2 (22), 89–94.
- Thomson K., Watt A., Liukkonen J. (2009), *Differences in ball sports athletes speed discrimination skills before and after exercise induced fatigue*, Journal of Sports Science and Medicine, 8 (2), 259–264.
- Tomprowski P.D. (2003), *Effects of acute bouts of exercise on cognition*, Acta Psychologica, 112 (3), 297–324.
- Vickers J.N. (2007), *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*, Human Kinetics.
- Vickers J.N., Adolphe R.A. (1997), *Gaze behavior during a ball tracking and aiming skill*, International Journal of Sports Vision, 4 (1), 18–27.
- Williams A.M., Davids K., Williams J.G. (1999). *Visual perception and action in sport*, Taylor & Francis, London.
- Wilson T.A., Falkel J. (2004), *Sports Vision: training for better performance*, Human Kinetics.
- Zwierko T. (2011), *Przebieg procesów sensomotorycznych i funkcji bioelektrycznej układu wzrokowego pod wpływem zwiększania intensywności wysiłku fizycznego u młodych aktywnych ruchowo mężczyzn*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Zwierko T., Czepita D.M., Lubiński W. (2010), *The effect of physical effort on retinal activity in the human eye: rod and cone flicker electroretinogram studies*, Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology, 248, 659–666.

9. Trening percepcji wzrokowej w piłce nożnej

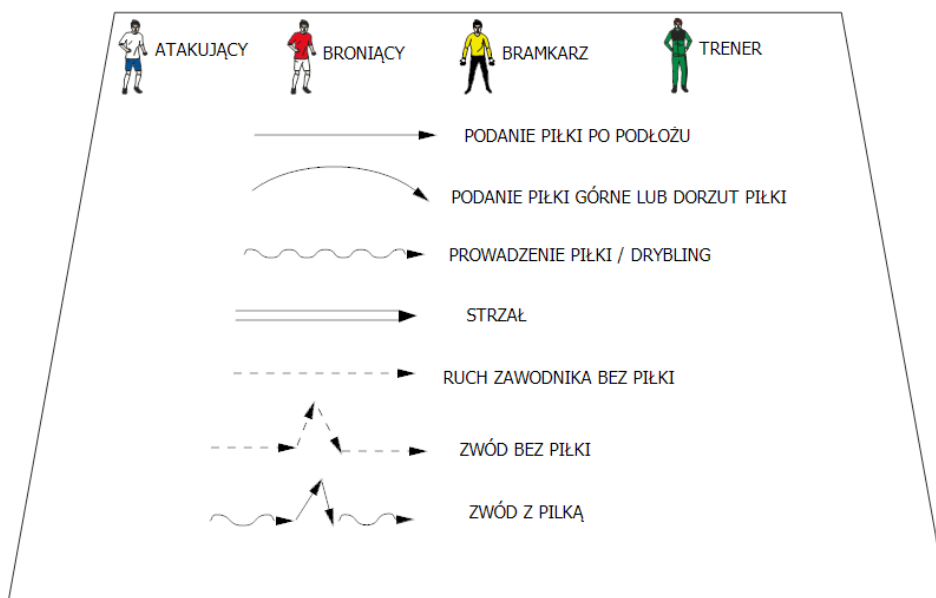
Miłosz Stępiński

W tym rozdziale zaprezentowano przykłady środków treningowych doskonalących następujące zdolności:

- szybkość reakcji prostej,
- szybkość reakcji złożonej,
- szybkość reakcji na bodźce peryferyjne,
- szybkość lokalizacji przestrzennej,
- koordynację oko–noga,
- uwagę wzrokową (tzw. *quiet eye*).

Metod doskonalenia wyżej wymienionych zdolności jest bardzo wiele, a środki stosowane w treningu roboczo można podzielić na ogólne i specyficzne. Ogólne obejmują ćwiczenia, gry i zabawy niezwiązane bezpośrednio z daną dyscypliną sportu, natomiast specyficzne zawsze dotyczą działań występujących w grze właściwej. W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyłącznie środki specyficzne dla piłki nożnej. Nie oznacza to oczywiście, że przy małych modyfikacjach nie można ich zastosować również w innych dyscyplinach lub wychowaniu fizycznym. Przy każdym z zaprezentowanych środków treningowych zamieszczono kilka modyfikacji, które zachowując akcentowanie doskonalenia danej zdolności, podnoszą motywację zawodników i doskonalą inne zachowania piłkarskie.

Dla ułatwienia opisu w prezentowanych środkach treningowych zastosowano standaryzowane i zaakceptowane przez Polski Związek Piłki Nożnej nazewnictwo działań z piłką i bez piłki (Dorna 2016), które przedstawiono na rycinie 9.1.

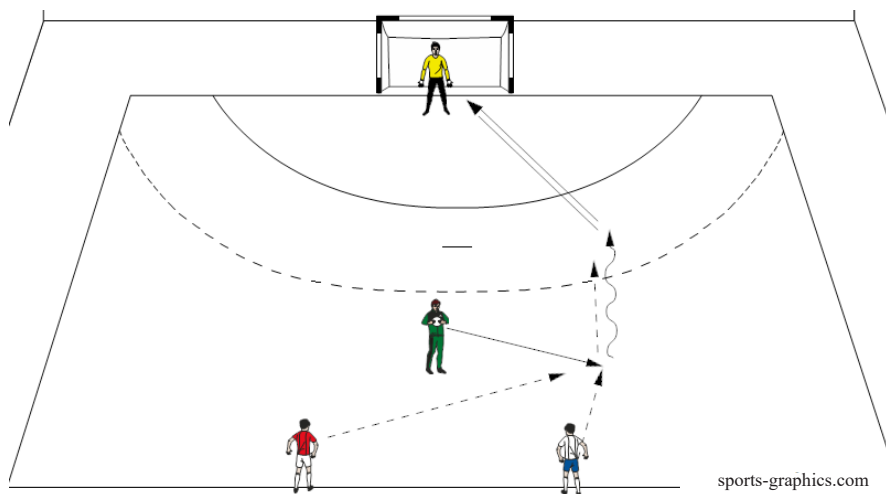


Rycina 9.1. Nazewnictwo działań z piłką i bez piłki obowiązujące w piłce nożnej

Źródło: opracowanie własne przy użyciu programu easy Sports-Graphics (www.easy-sports-software.com).

Szybkość reakcji prostej

Ćwiczenie 9.1



Organizacja Połowa boiska do futsalu, zawodnicy podzieleni na dwa zespoły plus neutralny bramkarz.

Przebieg Zawodnicy z obu drużyn ustawieni jak na rycinie w odległości około 7 metrów od trenera z piłką w rękach. Trener rzuca piłkę w dowolne miejsce hali. Rzut piłki jest sygnałem do startu. Zawodnik, który pierwszy opanuje piłkę, stara się wprowadzić ją w strefę między linią 9 i 6 metrów i oddać strzał. Broniący stara się przechwycić piłkę i podać z powrotem do trenera. Realizacja zadania daje punkt drużynie.

Obciążenie Do 15 sekund.

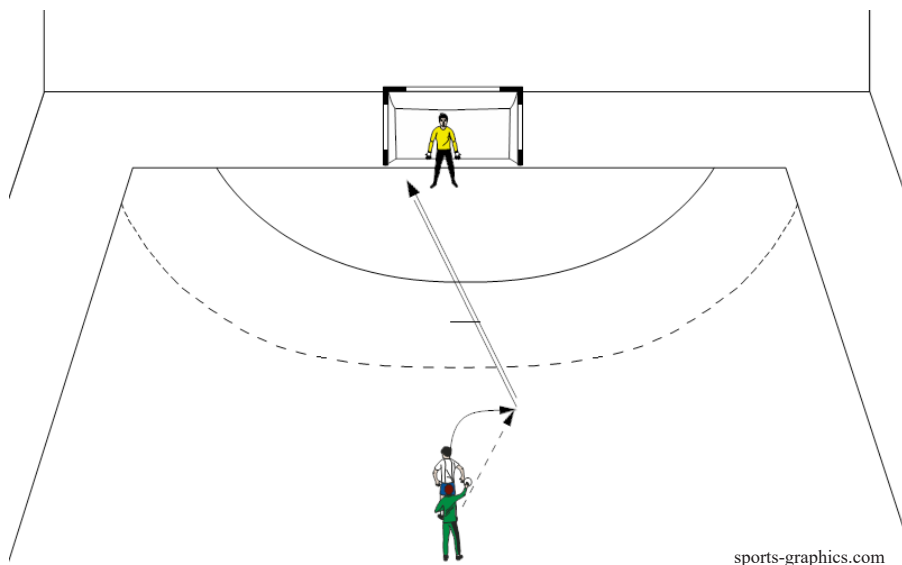
Odmiany Start z różnych pozycji (ustawienie tyłem do trenera – odbicie piłki od parkietu – sygnałem do startu), bokiem, po uprzednim wyskoku.

Trener odbija piłkę między nogami i podaje ją nogą w jakiś sektor. Podanie piłki jest sygnałem do startu.

Przybory Znaczniki, piłki, 2 dyski, bramka.

Zwróć uwagę na skupienie uwagi na znanym bodźcu, obserwuj trenera, pamiętaj o dynamicznej postawie. Pierwsze kroki są najważniejsze.

Ćwiczenie 9.2



Organizacja Połowa boiska do futsalu, zawodnik bez piłki i bramkarz w bramce.

Przebieg Za plecami zawodnika ustawionego twarzą do bramki stoi trener z piłką. Trener rzuca zza pleców piłkę przed zawodnika – rzut piłki jest sygnałem do startu. Zawodnik stara się jak najszybciej opanować piłkę (1 kontakt) i oddać strzał (2 kontakt).

Obciążenie 5 powtórzeń $\times$ 2 serie.

Odmiany Strzał bez przyjęcia po jednym koźle.

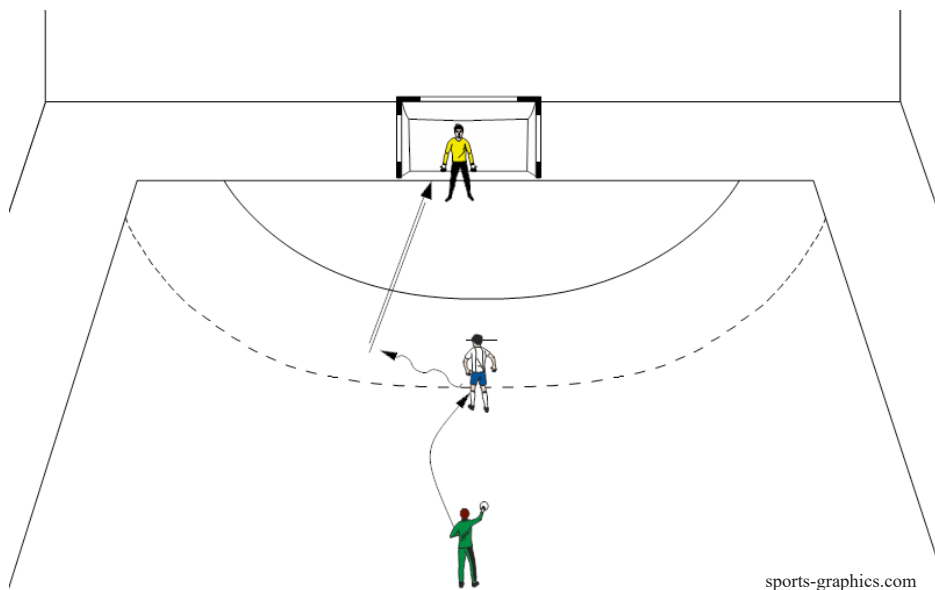
Start z zamkniętymi oczami (odbicie piłki od parkietu jest sygnałem do startu).

Trener podaje piłkę nogą w jakiś sektor (podanie piłki jest sygnałem do startu).

Przybory Piłki, bramka.

Zwróć uwagę na koncentrację uwagi na znanym bodźcu, obserwuj otoczenie przed sobą, pamiętaj o dynamicznej postawie. Pierwsze kroki są najważniejsze.

Ćwiczenie 9.3



Organizacja Połowa boiska do futsalu, zawodnik bez piłki i bramkarz w bramce.

Przebieg Za plecami zawodnika ustawionego twarzą do bramki stoi (w odległości 5–7 m) trener z piłką. Na sygnał werbalny trenera zawodnik odwraca się, w tym czasie trener rzuca piłkę do zawodnika. Hasło trenera jest sygnałem do startu. Zawodnik po obroceniu stara się jak najszybciej opanować piłkę z obrotem (1 kontakt) i oddać strzał (2 kontakt).

Obciążenie 5 powtórzeń × 2 serie.

Odmiany Sygnałem do odwrócenia się jest upuszczenie piłki przez bramkarza.

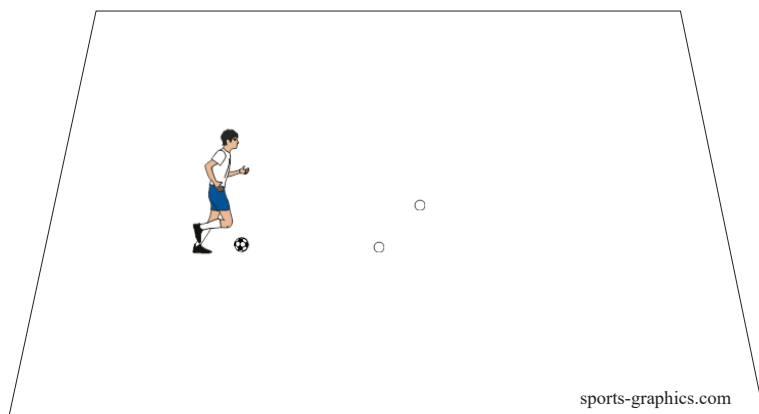
Trener podaje piłkę nogą do prawej lub lewej nogi.

Przybory Piłki, bramka.

Zwróć uwagę na koncentrację uwagi na znanym bodźcu, szybką orientację w przestrzeni (tor lotu piłki) oraz właściwy wybór techniki (lewa/prawa noga, klatka piersiowa, udo) przyjęcia piłki z obrotem.

Szybkość reakcji złożonej

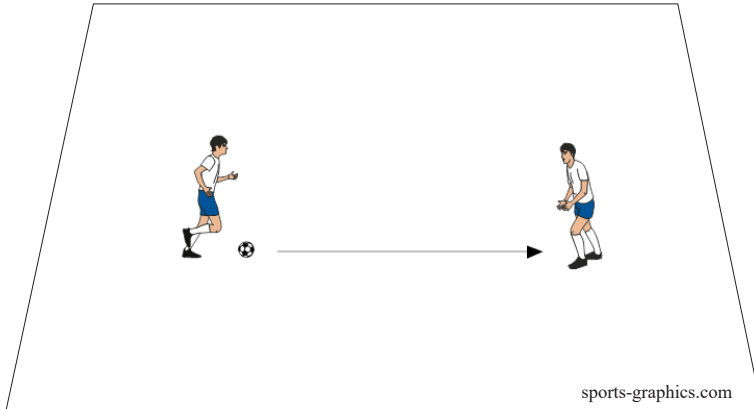
Ćwiczenie 9.4



- Organizacja** Zawodnik z piłką, dwie kostki do gry, dowolne pole ćwiczeń.
- Przebieg** Prowadząc piłkę, zawodnik rzuca obie kostki jednocześnie. W zależności od wyniku wykonuje przed nimi przypisany zwód (np. parzysta – zwód z przełożeniem nogi na piłkę w prawo, nieparzysta – w lewo).
- Obciążenie** 10 x każde zadanie.
- Odmiany** Jedna kostka oznacza liczbę zwołów, a druga rodzaj.
Parzysta – zwód do przodu; nieparzysta – zwrot 180 stopni.
- Przybory** Piłka, 2 kostki do gry.

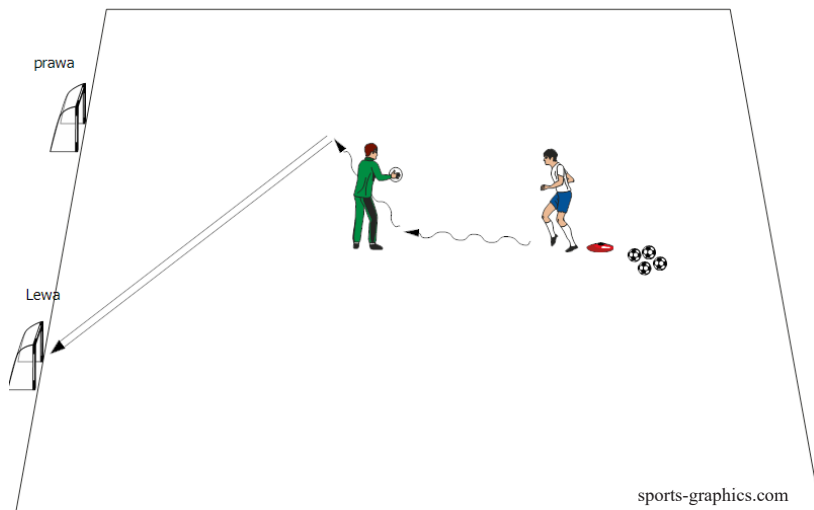
Zwróć uwagę na koncentrację uwagi na kostkach i jak najszybszą analizę wyniku połączoną z wykonaniem zadania oraz na szybką orientację w przestrzeni (objęcie wzrokiem obu kostek).

Ćwiczenie 9.5



- Organizacja** Dwóch zawodników i jedna piłka, dowolne pole ćwiczeń.
- Przebieg** Podania piłki w parach. Partner mówi, którą nogą ma być piłka przyjęta i podana. Prowadząc piłkę, zawodnik rzuca obie kostki jednocześnie. W zależności od wyniku wykonuje przed nimi przypisany zwód (np. parzysta – zwód z przełożeniem nogi na piłką w prawo, nieparzysta – w lewo).
- Obciążenie** 10 × każde zadanie.
- Odmiany** Na 2 kontakty (komenda prawa–prawa).
Na 1 kontakt.
Zamiast nazw kolory (np. biały – wewnętrzna część stopy, czerwony – proste podbicie).
Parzyste liczby to lewa noga, nieparzyste – prawa.
Z unoszeniem ręki tej samej lub przeciwnej do nogi uderzającej.
- Przybory** Piłka.
- Zwróć uwagę na koncentrację uwagi na hasłach, szybko reaguj na dany bodziec, dostosuj ustawienie ciała i nogi odpowiednio do piłki.

Ćwiczenie 9.6

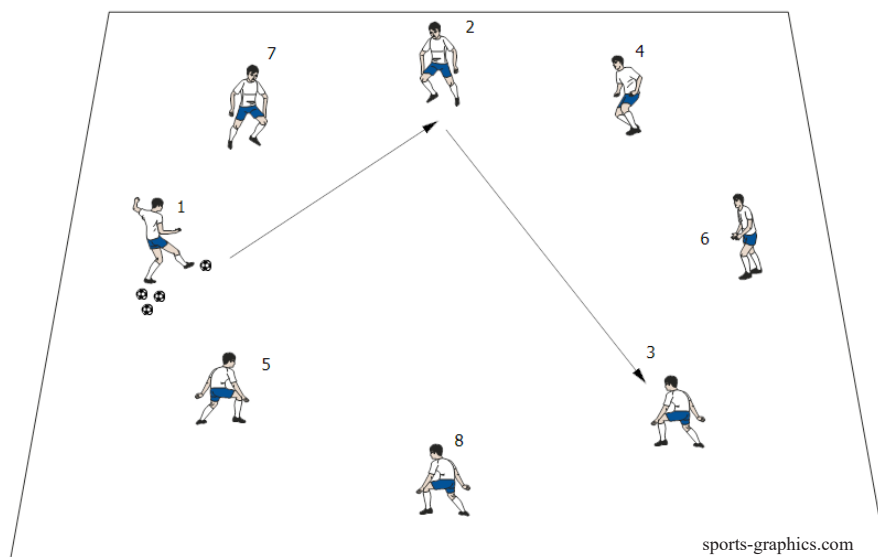


Organizacja	Jeden zawodnik, dwie małe bramki, dysk, woreczek i kilka piłek.
Przebieg	Zawodnik z piłką prowadzi ją w kierunku trenera. Dwa metry przed zawodnikiem trener rzuca woreczek, określając rękę, którą prowadzący piłkę ma złapać woreczek. Po odrzuceniu woreczka zawodnik mija trenera z wodem, wtedy trener mówi mu, do której bramki ma oddać strzał. Po wykonaniu zadania zawodnik wraca do dysku, bierze piłkę i powtarza zadanie. Za każde poprawnie wykonanie obu zadań (chwyt prawidłową ręką i strzał do właściwej bramki) otrzymuje 1 punkt. Ile zawodnik jest w stanie zdobyć punktów w 10 powtórzeniach?
Obciążenie	10 × każde zadanie.
Odmiany	Zamiast lewa/prawa – nazwy kolorów (np. biały – lewa, czerwony – prawa). Zamiast lewa/prawa – nazwy warzyw i owoców (np. owoc – lewa, warzywo – prawa). Odwrotne działanie – lewa oznacza prawą, prawa lewą.
Przybory	Piłka.

Zwróć uwagę na koncentrację uwagi na hasłach oraz szybką reakcję na dany bodziec – dokładny zwód i strzał.

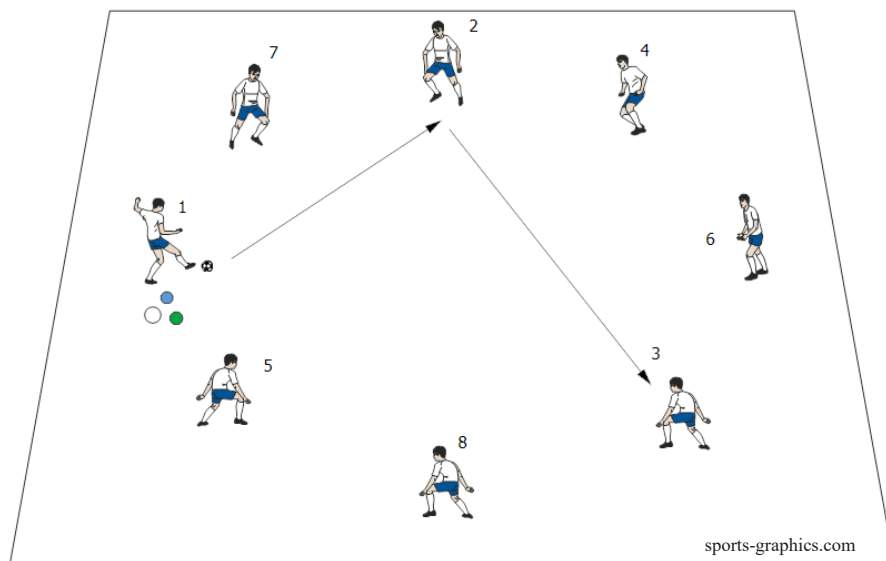
Szybkość reakcji na bodźce peryferyjne

Ćwiczenie 9.7



- Organizacja** Zawodnicy stoją w kole ponumerowani od 1 wzwyż, przy zawodniku 1 znajduje się kilka piłek.
- Przebieg** Zabawa „Utrzymaj piłki w ruchu” – zawodnik 1 rozpoczyna zabawę podaniem piłki do zawodnika 2, ten do 3 itd. Każdy musi pamiętać, od kogo otrzymuje podanie i do kogo musi podać. Gdy pierwsza piłka krąży, zawodnik 1 wprowadza drugą i kolejne. Piłki nie mogą się zderzyć. Kto pierwszy zepsuje podanie, musi karnie obiec całą grupę i wraca do zabawy.
- Obciążenie** 5–10 minut.
- Odmiany** Zabawa w dwóch grupach – która grupa jest w stanie utrzymać w ruchu więcej piłek?
Gra na 1 kontakt, gra na 2 obowiązkowe kontakty.
- Przybory** Kilka piłek nożnych.
- Zwróć uwagę na stałą obserwację piłki i zawodników o numerach wyższym i niższym (praca głową i koncentracja). Szybko i dokładne operuj piłką (1–2 kontakty).

Ćwiczenie 9.8



Organizacja Zawodnicy stoją w kole ponumerowani od 1 wzwyż, przy zawodniku 1 znajduje się kilka piłek.

Przebieg Zabawa „Kto pierwszy zepsuje podanie” – zawodnik 1 rozpoczyna zabawę podaniem piłki do zawodnika 2, ten do 3 itd. Każdy musi pamiętać, od kogo otrzymuje podanie i do kogo musi podać. Gdy pierwsza piłka krąży, zawodnik 1 wprowadza drugą – w przeciwną stronę (1–6–5 itd.). Piłki nie mogą się zderzyć. Kto pierwszy zepsuje podanie, musi karnie obieć całą grupę i wraca do zabawy.

Obciążenie 5–10 minut.

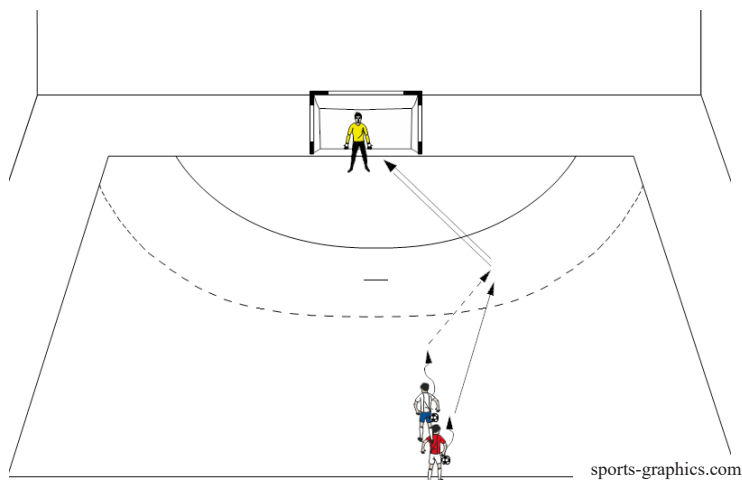
Odmiany Wprowadzić inny ciąg podań (np. białą piłkę zawodnik podaje do numeru wyższego, a czerwoną w przeciwnym kierunku do numeru niższego (3–2 itd.).

W zależności od koloru piłki: gra na 1 kontakt, gra bez zatrzymywania piłki, gra z zakazem podania zwrotnego itp.

Przybory Kilka kolorowych piłek.

Zwróć uwagę na stałą obserwację piłki i zawodników o numerze wyższym i niższym (praca głową i koncentracja). Szybko i dokładnie operuj piłką (1–2 kontakty).

Ćwiczenie 9.9

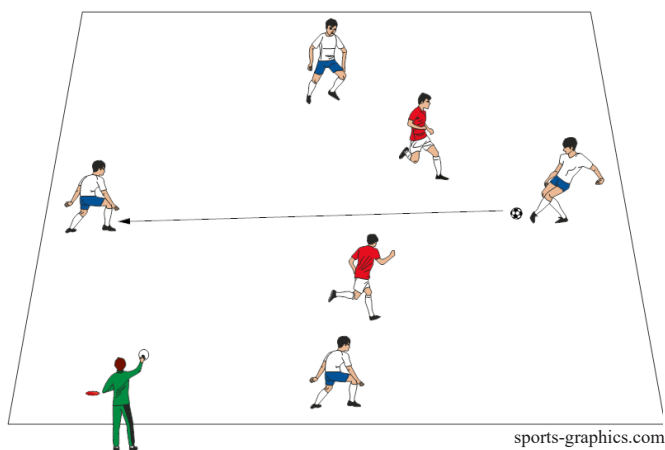


Organizacja	Połowa boiska do futsalu, dowolna parzysta liczba zawodników dobrana w pary, każdy z piłką i bramkarz/bramkarze w bramce.
Przebieg	Zabawa „Kto pierwszy zdobędzie 5 punktów” – za plecami zawodnika z piłką ustawionego twarzą do bramki stoi (w odległości 2–3 m) partner również z piłką przy nodze. Pierwszy z pary rozpoczyna prowadzenie piłki w stronę bramki. Partner za nim również prowadzi piłkę i w dowolnym momencie zagrywa ją przed kolegą. Gdy biegnący na przodzie zobaczy kątem oka drugą piłkę – zostawia swoją i stara się jak najszybciej dobiec do tej drugiej i oddać strzał. Jeżeli zdobędzie bramkę, zdobywa punkt i następuje zmiana ról; jeżeli nie zdobędzie bramki, musi jak najszybciej odwrócić się i zatrzymać w grze 1 × 1 swojego partnera, który stara się zdobyć punkt dla siebie, strzelając bramkę. Potem zmiana ról. Wygrywa zawodnik, który pierwszy zdobędzie 5 punktów.
Obciążenie	Do zdobycia 5 punktów.
Odmiany	Zawodnik z tyłu podbija piłkę stopą podczas podania. Zawodnik z przodu kozłuje piłkę.
Przybory	Piłki, bramka.

Zwróć uwagę na koncentrację uwagi na otoczenie peryferyjne, szybką orientację w przestrzeni (tor lotu piłki) oraz szybki dobieg do piłki i dokładny strzał.

Szybkość lokalizacji przestrzennej

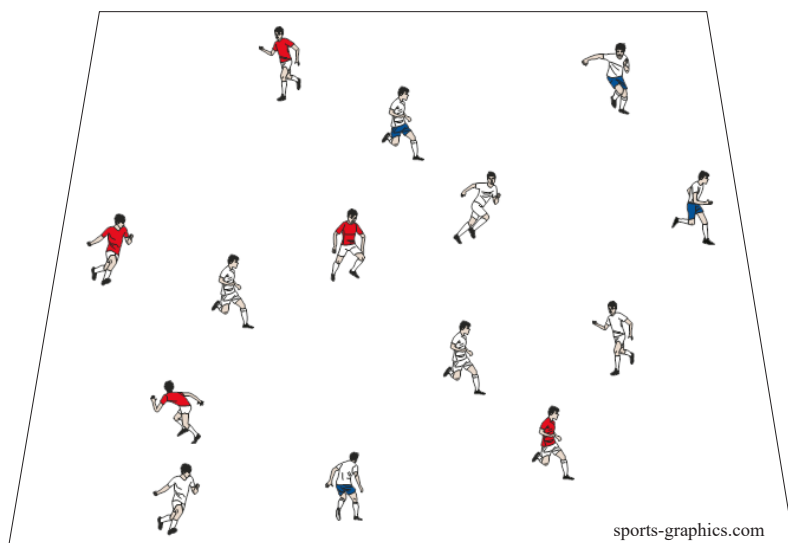
Ćwiczenie 9.10



Organizacja	Kwadrat 15×15 metrów (wielkość dostosowana do poziomu umiejętności zawodników) oznaczony czterema dyskami. Uczestnicy podzieleni na dwa zespoły – czterech atakujących (na zewnątrz) i dwóch broniących (w środku) trzymających w rękach koszulki znacznikowe. Na zewnątrz pola gry trener z dwoma dyskami w różnych kolorach.
Przebieg	Gra 4×2 z zadaniami dodatkowymi, tj. gdy trener trzyma ręce opuszczone – gra dowolna; gdy trzyma w górze dysk koloru czerwonego – gra na obowiązkowe dwa kontakty; gdy trzyma dysk żółty – gra dowolna, ale tylko słabszą nogą. Zadaniem atakujących (z piłką) jest wymienić 10 podań bez straty piłki (1 pkt). Broniący mają za zadanie przechwycić podanie. Któremu z dwójki to się uda, zamienia się rolą z atakującym, który piłkę stracił. Wygrywa zawodnik/zawodnicy, którzy jako pierwsi zdobędą 3 punkty. Atakujący, który poda piłkę niezgodnie z wytycznymi trenera, zamienia się z obrońcą, który jest najdłużej w środku.
Obciążenie	3×3 minuty z 1 minutą przerwy (trucht).
Odmiany	W zależności od koloru: gra na 1 kontakt, gra bez zatrzymania piłki, gra z zakazem podania zwrotnego itp.
Przybory	6 dysków, 1 piłka, dwie koszulki znacznikowe.

Zwróć uwagę na ustawienie atakujących, którzy powinni przed otrzymaniem podania tak pracować, by móc obserwować jednocześnie trenera i przebieg gry (pozycja otwarta i wzrok od piłki).

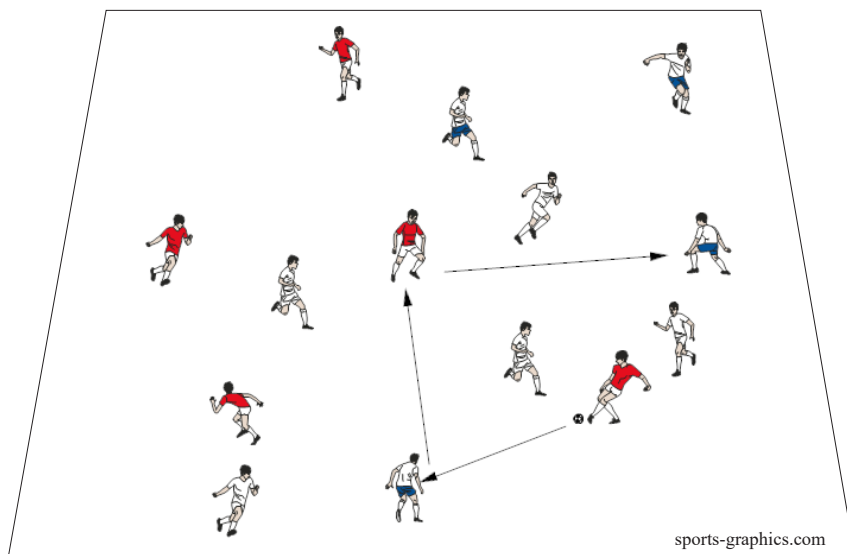
Ćwiczenie 9.11



- Organizacja** Pole zabawy 20 × 20 metrów, zawodnicy podzieleni na trzy zespoły po pięciu zawodników: czerwoni, biali i niebiescy.
- Przebieg** Ćwiczący poruszają się swobodnie i na sygnał trenera tworzą grupy. Ostatni wykonują przysiad. Przykłady haseł: trójki – różnokolorowi; dwójki – jeden kolor; czwórki – po dwa z każdego koloru; trójki – dwa z jednego koloru; dwójki – różnokolorowi itp.
- Obciążenie** 5 minut.
- Odmiana** Zawodnicy prowadzą piłkę, ostatnia grupa wykonuje karną przebieżkę dookoła pola zabawy.
- Przybory** Znaczniki w dwóch kolorach, 4 dyski.

Zwróć uwagę na obserwację poruszających się zawodników z własnego i przeciwnych zespołów oraz szybką orientację po hasle od trenera.

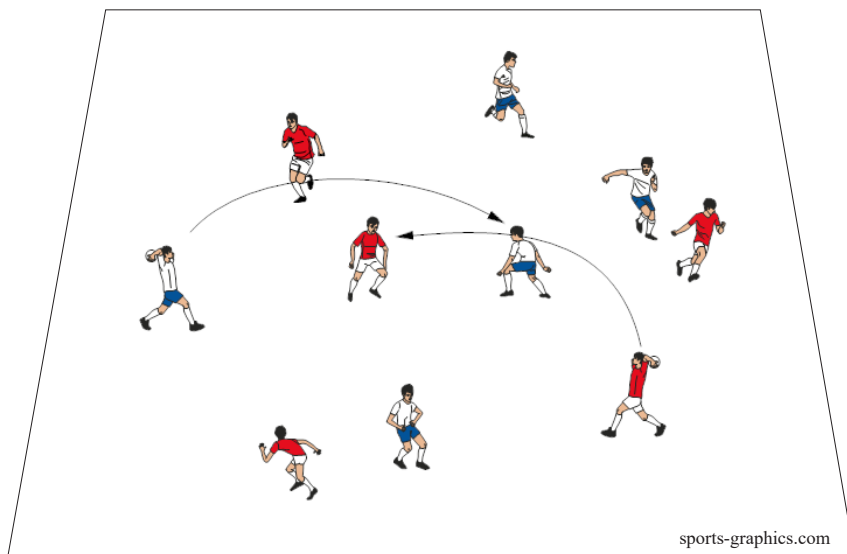
Ćwiczenie 9.12



Organizacja	Pole zabawy 20 × 20 metrów, zawodnicy podzieleni na trzy zespoły po pięciu zawodników: czerwoni, biali i niebiescy.
Przebieg	Rzucanka piłkarska – dwa zespoły przeciwko trzeciemu grają na utrzymanie. Każde 10 podań bez straty – 1 punkt. Z piłką można zrobić tylko dwa kroki; jeżeli piłka spadnie na ziemi lub broniący przechwycą ją w locie, następuje natychmiastowa zmiana ról. Trener podaje piłki i decyduje, kto broni w spornych sytuacjach.
Obciążenie	5 minut.
Odmiany	Zamiast rękoma zawodnicy grają nogami. Podania tylko do zawodnika z innej drużyny.
Przybory	Znaczniki w dwóch kolorach, 4 dyski, piłki.

Zwróć uwagę na obserwację poruszających się zawodników z własnego zespołu i przeciwnych zespołów oraz szybką orientację po stracie/przechwycie piłki.

Ćwiczenie 9.13

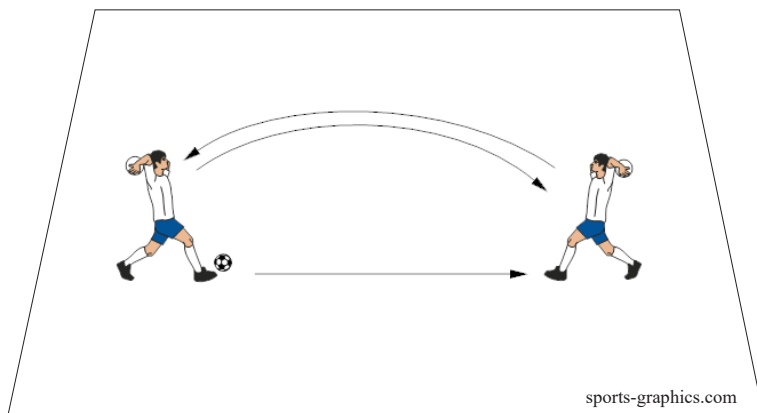


- Organizacja** Pole zabawy 25×25 metrów, zawodnicy podzieleni na dwa zespoły po ośmiu zawodników i oznaczeni znacznikami.
- Przebieg** Zabawa „Eliminator” – dwa zespoły, każdy ze swoją piłką (w innym kolorze), starają się, podając piłkę rękoma, dotknąć (skuć) zawodnika drużyny przeciwnej (1 pkt). Z piłką można zrobić tylko dwa kroki. Zawodnicy obu drużyn realizują swoje cele jednocześnie, przez co stale muszą atakować przeciwników i przed nimi się bronić. Nie można skuć zawodnika z piłką w rękach.
- Obciążenie** 5 minut.
- Odmiany** Zawodnicy mają zakaz komunikowania się w czasie gry.
Gra czterema piłkami.
- Przybory** Znaczniki, 2 piłki w różnych kolorach, 4 dyski.

Zwróć uwagę na obserwację poruszających się zawodników z własnego zespołu i przeciwnych zespołów oraz szybką orientację – kiedy atakować, a kiedy uciekać.

Koordinacja oko–noga

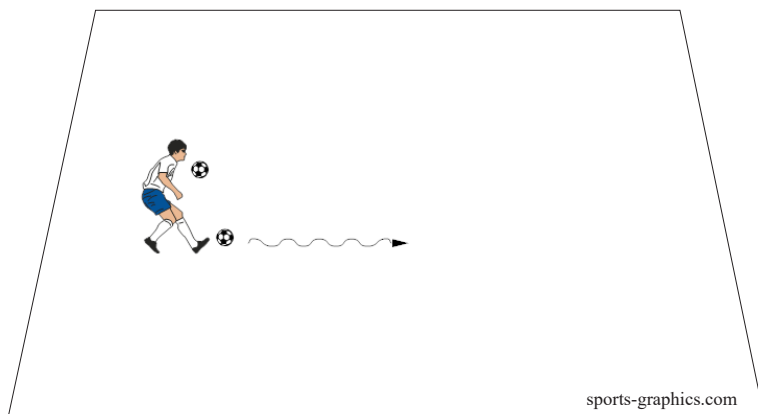
Ćwiczenie 9.14



Organizacja	Dwóch zawodników, trzy piłki, odległość 5 metrów między nimi.
Przebieg	Zawodnicy podają do siebie trzy piłki jednocześnie – dwie górą (rękoma) i trzecią wewnętrzną częścią stopy bez przyjęcia.
Obciążenie	30 sekund z przerwą 30-sekundową.
Odmiany	<p>W ruchu do przodu i do tyłu.</p> <p>Należy przyjąć piłkę podawaną po podłożu (podania na 2 kontakty).</p> <p>Podania dwóch piłek po podłożu i trzeciej górą.</p> <p>Podania trzech piłek po podłożu.</p> <p>Wszystkie omówione wyżej odmiany, ale w ruchu od i do partnera.</p> <p>Podania różnymi piłkami.</p>
Przybory	3 piłki nożne, piłka siatkowa, piłka tenisowa.

Zwróć uwagę na dokładność wykonania ćwiczenia, przyspieszaj tylko wtedy, kiedy nie ma błędów w wykonaniu. Obserwuj piłki i dostosowuj ustawienie ciała, przyjmij dynamiczną postawę na ugiętych nogach. Wyczuź rytm partnera.

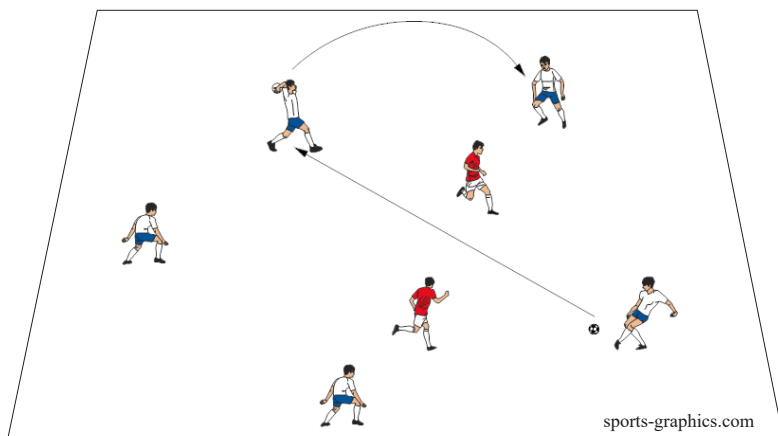
Ćwiczenie 9.15



- Organizacja** Jeden zawodnik, dwie piłki.
- Przebieg** Zawodnik żongluje piłką nożną i stara się, nie upuszczając piłki, przeprowadzić drugą piłką nożną od jednej linii końcowej hali do drugiej.
- Obciążenie** 30 sekund z przerwą 30-sekundową.
- Odmiany** Żonglerka lewa/prawa noga na zmianę.
Prowadzenie piłki tenisowej podeszwą.
Prowadzenie obu piłek – tenisowej i nożnej.
Prowadzenie trzech piłek.
- Przybory** 2 piłki nożne, piłka tenisowa.

Zwróć uwagę na dokładność wykonania ćwiczenia, przede wszystkim żonglerki. Piłki uderzaj z czuciem i prowadź blisko ciała w linii prostej. Obserwuj piłki i dostosuj ustawienie ciała, przyjmij dynamiczną postawę na ugiętych nogach.

Ćwiczenie 9.16

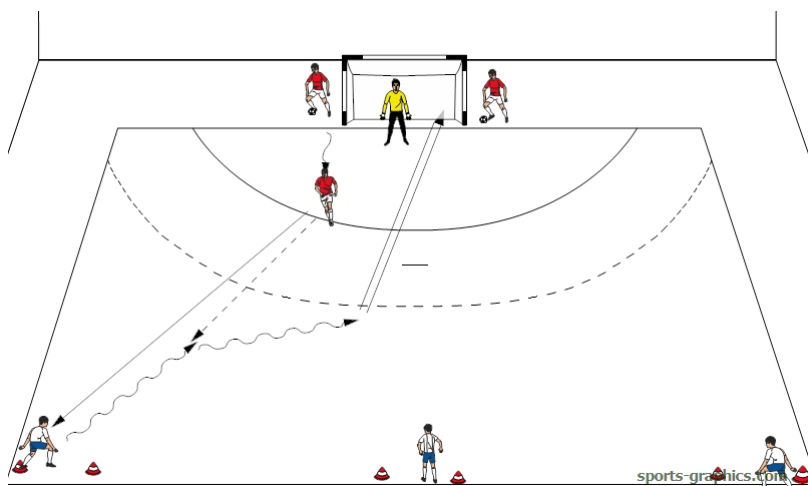


- Organizacja** Kwadrat 15×15 metrów (wielkość dostosowana do poziomu umiejętności zawodników) oznaczony czterema dyskami. Uczestnicy podzieleni na dwa zespoły – pięciu atakujących (na zewnątrz) i dwóch broniących (w środku) trzymających w rękach koszulki znacznikowe. Jeden z atakujących ma piłkę przy nodze, a drugi w rękach.
- Przebieg** Gra dowolna 5×2 dwiema piłkami jednocześnie. Atakujący starają się wymienić 10 podań (1 pkt) po podłożu, podając do siebie jednocześnie drugą piłkę rękoma. Żaden z zawodników nie może mieć dwóch piłek na raz. Jeżeli tak się stanie, zmienia się z jednym z broniących. Gra do 3 punktów. Zgubienie lub upadek piłki bądź przechwycenie przez broniących piłki podawanej po podłożu skutkuje zmianą w środku pola.
- Obciążenie** Do uzyskania 3 punktów lub 10 minut.
- Odmiany** Podania piłki zawsze z kozłem.
Gra na 2 obowiązkowe kontakty.
Można mieć pod kontrolą dwie piłki.
- Przybory** 6 dysków, 1 piłka, 2 koszulki znacznikowe.

Zwróć uwagę na obserwację obu piłek i szybkie podania do właściwego partnera, tak by nie miał dwóch piłek naraz. Szybko podawaj piłki rękoma i nogami, przyjmij dynamiczną postawę na ugiętych nogach i bądź stale w ruchu (między obrońcami) – unikaj stania w miejscu.

Uwaga wzrokowa. Ćwiczenia quiet eye

Ćwiczenie 9.17



Organizacja Połowa boiska do futsalu, zawodnicy podzieleni na dwa zespoły (atakujący i broniący z bramkarzem), trzy otwarte bramki (2 m) ustawione na linii środkowej boiska.

Przebieg Zawodnicy z obu drużyn ustawieni jak na rycinie. Grę 1×1 rozpoczyna obrońca, prowadząc piłkę do linii 6 metrów. Z tego miejsca podaje piłkę do jednego z trzech atakujących czekających w otwartych bramkach. W tym momencie rozpoczyna się gra 1×1 – atakujący stara się oddać strzał do dużej bramki z bramkarzem, a obrońca, jeżeli przechwyci piłkę, podać przez otwartą bramkę, z której startował atakujący. Po każdej akcji zmiana zadań w dwójkach. Wygrywa zawodnik, który pierwszy zdobędzie 3 punkty.

Obciążenie Do 15 sekund.

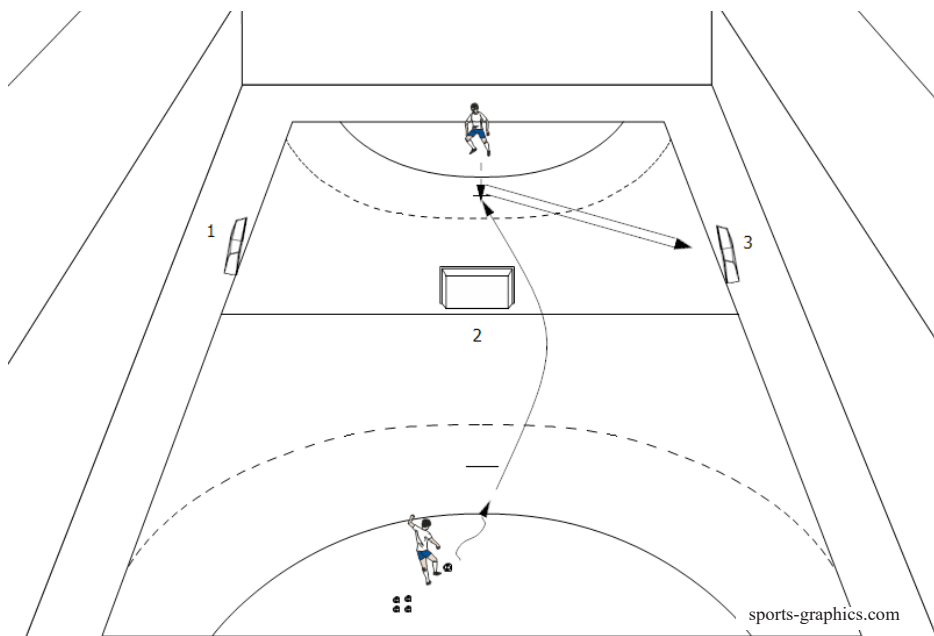
Odmiany Rywalizacja zespołów.

Atakujący może strzelać dopiero po przekroczeniu linii 9 metrów.

Przybory Znaczniki, piłki, 6 dysków, bramka.

Zwróć uwagę na skupienie uwagi na piłce i nogach dryblującego oraz antycypację zwodu, nie reaguj na ruchy pozorne. Spychaj przeciwnika z piłką w boczny sektor (daleko od bramki).

Ćwiczenie 9.18



Organizacja Całe boisko do futsalu, zawodnicy dobrani parami i ustawieni jak na rycinie (pokazano tylko jedną parę).

Przebieg Jeden z pary prowadzi piłkę i na wysokości linii 6 metrów podaje piłkę górą do partnera. Przedtem wymienia na głos numer bramki. Zadaniem partnera bez piłki jest ustawić się w stosunku do piłki, śledzić jej lot i uderzyć bez przyjęcia do wskazanej bramki. Każde trafienie daje parze 1 punkt. Po pięciu powtórzeniach zmiana par. Wygrywa para, która pierwsza zdobędzie 10 punktów.

Obciążenie 5 powtórzeń.

Odmiany Rywalizacja zespołów.

Atakujący może strzelać dopiero po uprzednim przyjęciu piłki (nie może dotknąć podłoża).

Przybory 5 piłek, 3 bramki hokejowe.

Zwróć uwagę na koncentrację uwagi na lecącej piłce i właściwe ustawienie się w stosunku do niej bez odrywania wzroku od piłki. Prawidłowo wybierz technikę uderzenia.

Piśmiennictwo

Narodowy model gry, red. M. Dorna, PZPN, Warszawa 2016.

10. Trening percepcji wzrokowej w piłce ręcznej

Beata Florkiewicz, Sławomir Fogtman

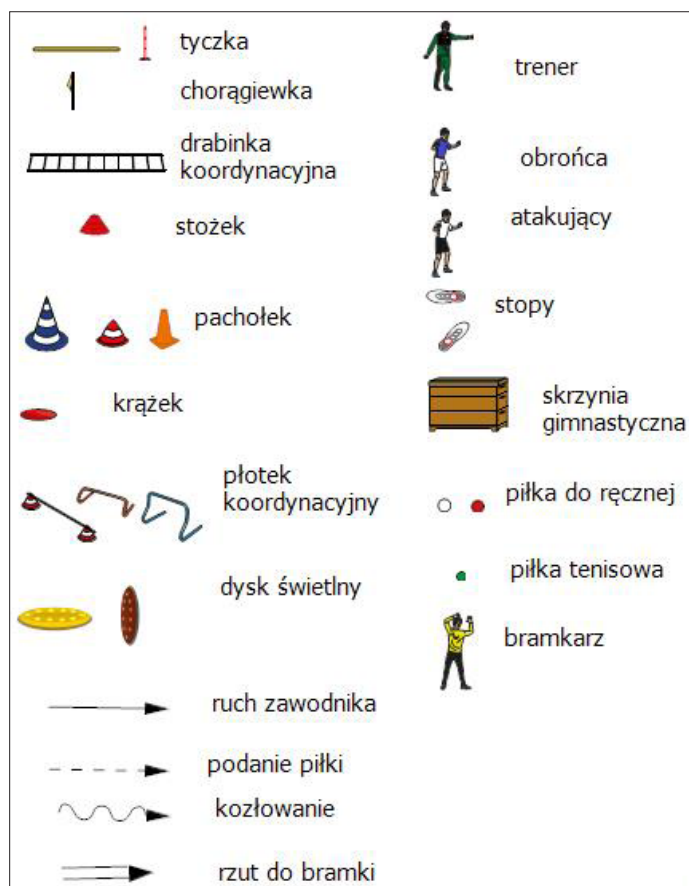
Dyscypliny sportu o wielopodmiotowym charakterze działania to zespołowe gry sportowe. Gracze zajmują pozycje zróżnicowane ze względu na wykonywane zadania oraz pełnią odmienne funkcje. Rozmaitość pozycji i wynikająca z niej zmienność sytuacji sprawiają, że do przygotowania zawodników niezbędne stają się: zdolność dostosowania motorycznego, twórcze urzeczywistnienie działań motorycznych na podstawie przewidywania (antycypacji) działań partnera i przeciwnika, zdyscyplinowanie i wysoki stopień integracji (Naglak 2001).

Piłka ręczna jest uważana za grę, która wymaga od zawodnika ciągłej gotowości i utrzymania uwagi podczas działań motorycznych, mimo że w grze występują krótsze lub dłuższe przerwy. W grze dominują nagłe i szybkie zmiany kierunku i położenia graczy. Piłkarz ręczny musi znaleźć wyjście z wielu sytuacji, które wymagają natychmiastowej oceny, przewidywania i reagowania na zmieniające się bodźce. Zakłada się, że analiza interakcji pomiędzy umiejętnościami poznawczymi i ruchowymi jest szczególnie istotna z punktu widzenia efektywności gry (Stanković, Malacko 2008).

Poniżej zaprezentowano przykłady środków treningowych doskonalących następujące zdolności:

- szybkość reakcji prostej,
- szybkość reakcji złożonej,
- szybkość reakcji na bodźce peryferyjne,
- szybkość lokalizacji przestrzennej,
- koordynację oko–ręka,
- antycypację.

Dla ułatwienia opisu w prezentowanych ćwiczeniach zastosowano zaakceptowane przez Związek Piłki Ręcznej w Polsce nazewnictwo działań z piłką i bez piłki (ryc. 10.1).

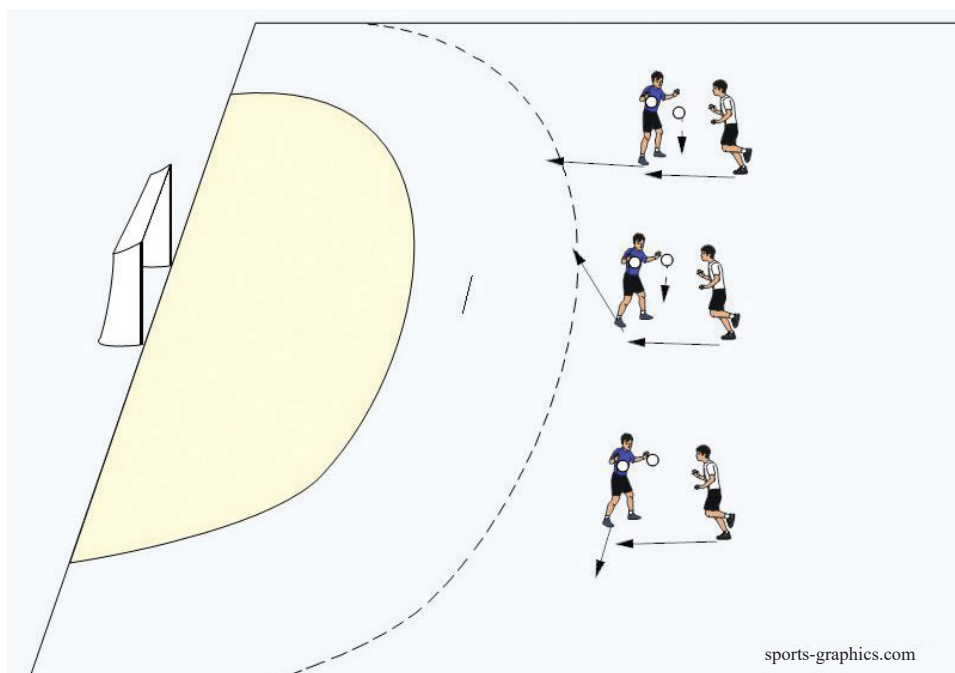


Rycina 10.1 Nazewnictwo działań z piłką i bez piłki obowiązujące w piłce ręcznej

Źródło: opracowanie własne przy użyciu programu easy Sports-Graphics (www.easy-sports-software.com).

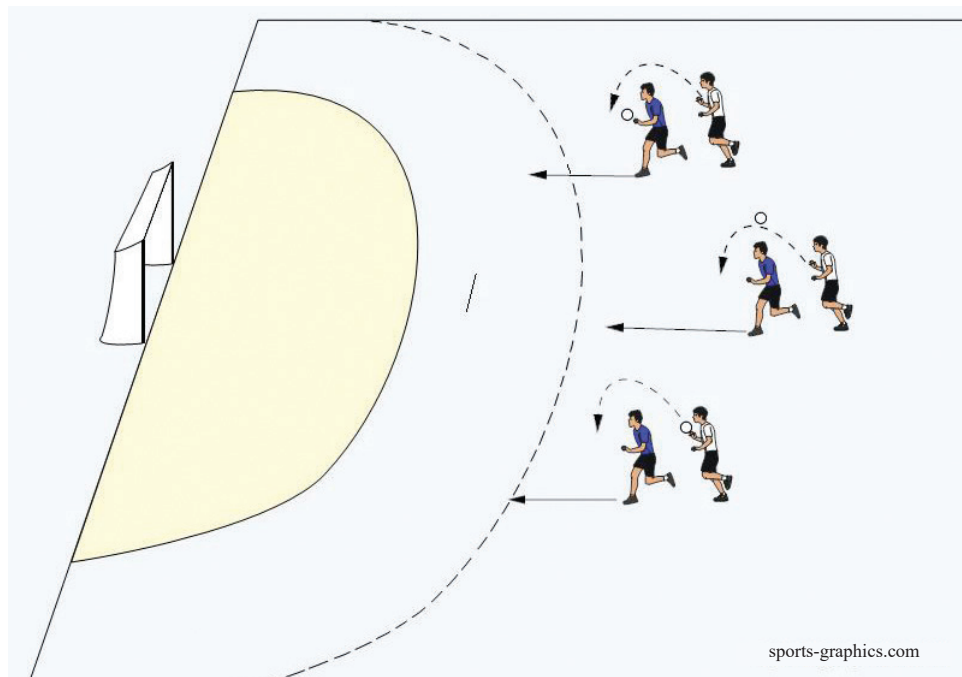
Szybkość reakcji prostej

Ćwiczenie 10.1



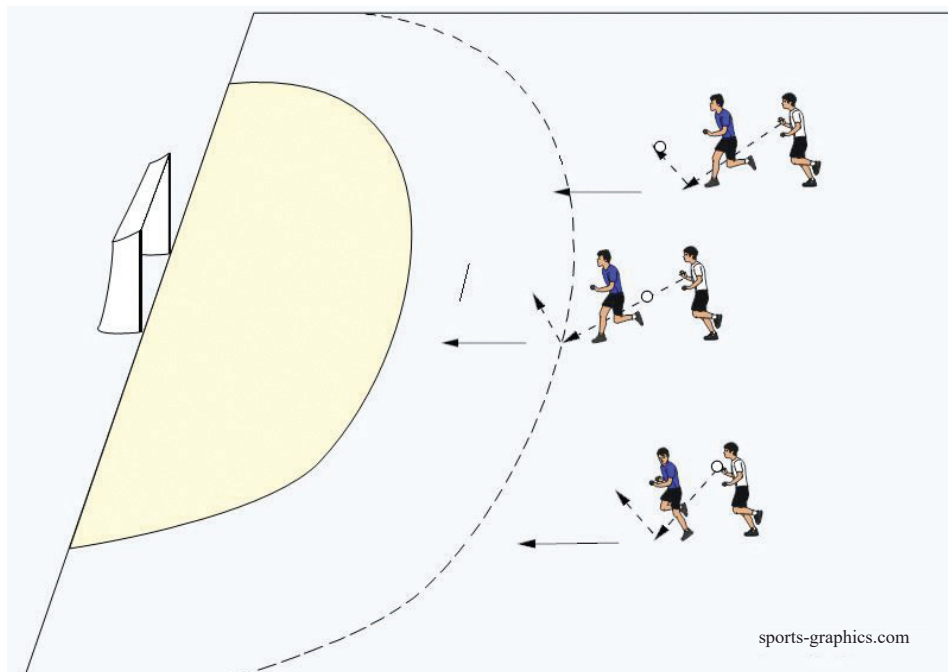
- Organizacja** Ustawienie w dwójkach.
- Przebieg** Zawodnicy poruszają się truchtem, jeden z nich trzyma w dłoniach piłki. Zadaniem drugiego jest chwycenie upuszczonej piłki przed dotknięciem podłoża.
- Obciążenie** 15 powtórzeń każdy z zawodników (trucht).
- Przybory** 2 piłki na parę.
- Zwróć uwagę, by zawodnik upuszczający piłki nie podawał ich w stronę partnera, osoba startująca do piłki musi być w pozycji obniżonej.

Ćwiczenie 10.2



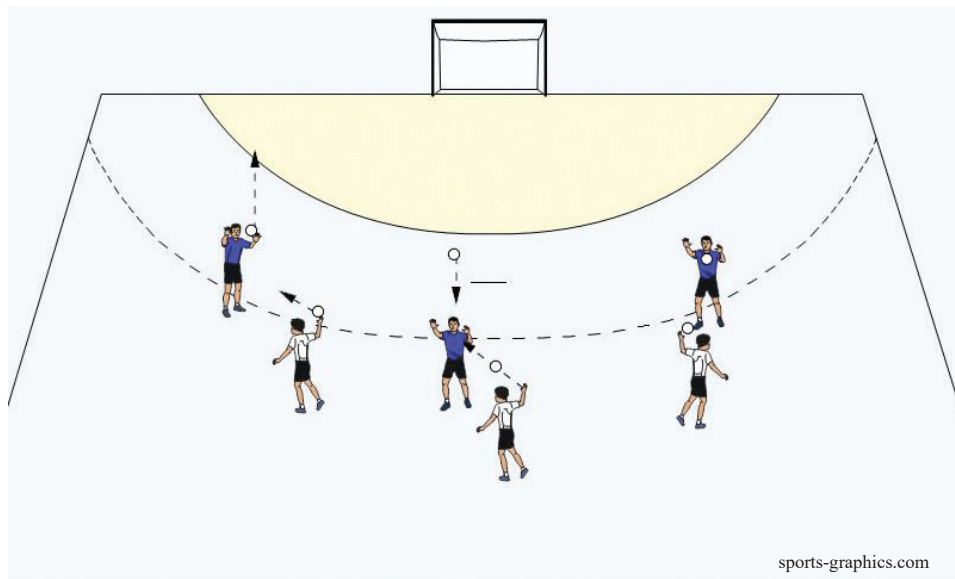
- Organizacja** Ustawienie w dwójkach.
- Przebieg** Zawodnik znajdujący się z tyłu wyrzuca piłkę nad głowę partnera. Zadaniem drugiego jest chwyt piłki, zanim dotknie ona podłoża.
- Obciążenie** 15 powtórzeń (trucht).
- Przybory** Piłki ręczne.
- Zwróć uwagę, by zawodnik poruszający się z przodu miał wzrok skierowany przed siebie.

Ćwiczenie 10.3



- Organizacja** Ustawienie w dwójkach.
- Przebieg** Zawodnik znajdujący się z tyłu wyrzuca piłkę kozłem raz z prawej, raz z lewej strony partnera. Zadaniem drugiego zawodnika jest chwyt piłki po jednym kozle.
- Obciążenie** 15 powtórzeń (trucht).
- Przybory** 1 piłka na parę.
- Zwróć uwagę, by zawodnik poruszający się z przodu miał wzrok skierowany przed siebie.

Ćwiczenie 10.4



Organizacja Ustawienie w dwójkach jak na rysunku.

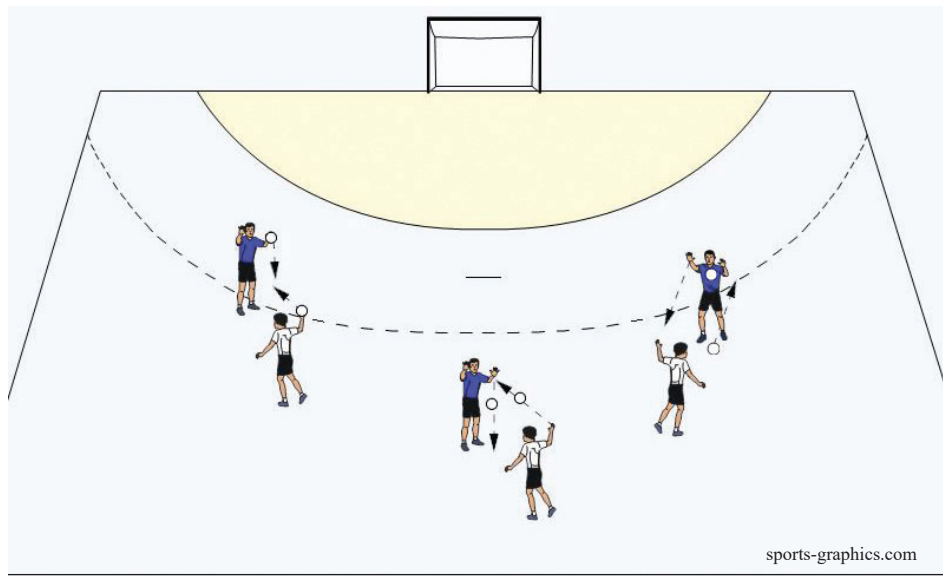
Przebieg Pierwszy zawodnik podrzuca piłkę do góry, w tym momencie otrzymuje podanie piłki od partnera. Należy podać powrotnie piłkę do partnera i chwycić wyrzuconą w górę.

Obciążenie 20 powtórzeń każdy z zawodników (trucht).

Przybory 2 piłki na parę.

Zwróć uwagę, by zawodnik podający piłkę minimalnie wyprzedzał ruch zawodnika wyrzucającego piłkę w górę.

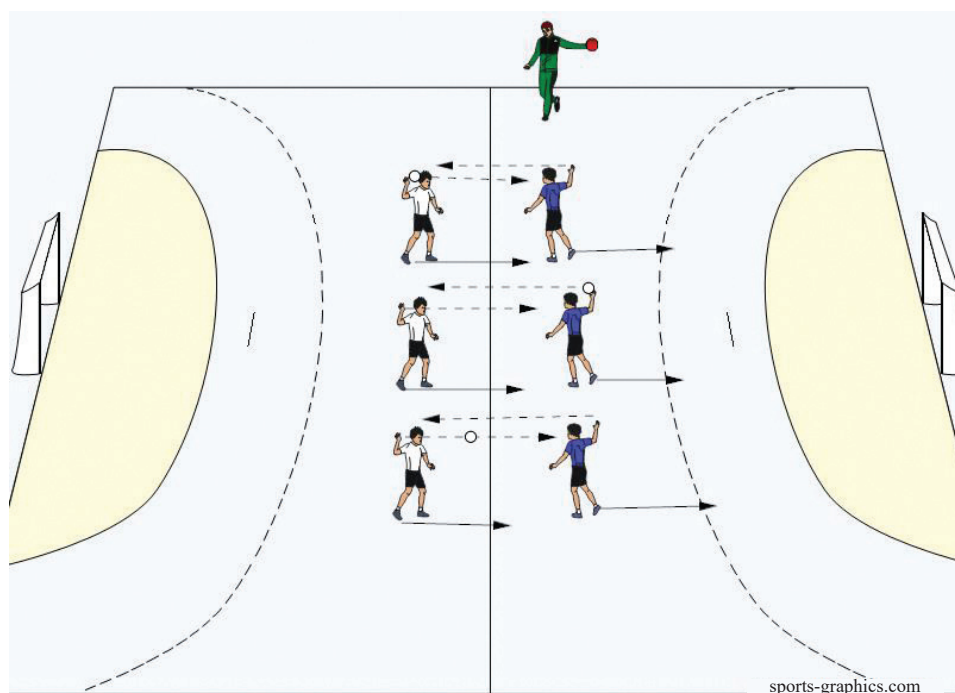
Ćwiczenie 10.5



- Organizacja** Ustawienie w dwójkach jak na rysunku.
- Przebieg** Pierwszy zawodnik odbija jedną piłkę o podłogę, w tym momencie otrzymuje podanie od partnera. Należy podać powrotnie piłkę do partnera i chwycić piłkę odbitą.
- Obciążenie** 20 powtórzeń każdy z zawodników (trucht).
- Przybory** 2 piłki na parę.
- Zwróć uwagę, by zawodnik podający piłkę minimalnie wyprzedzał ruch zawodnika odbijającego piłkę w dół.

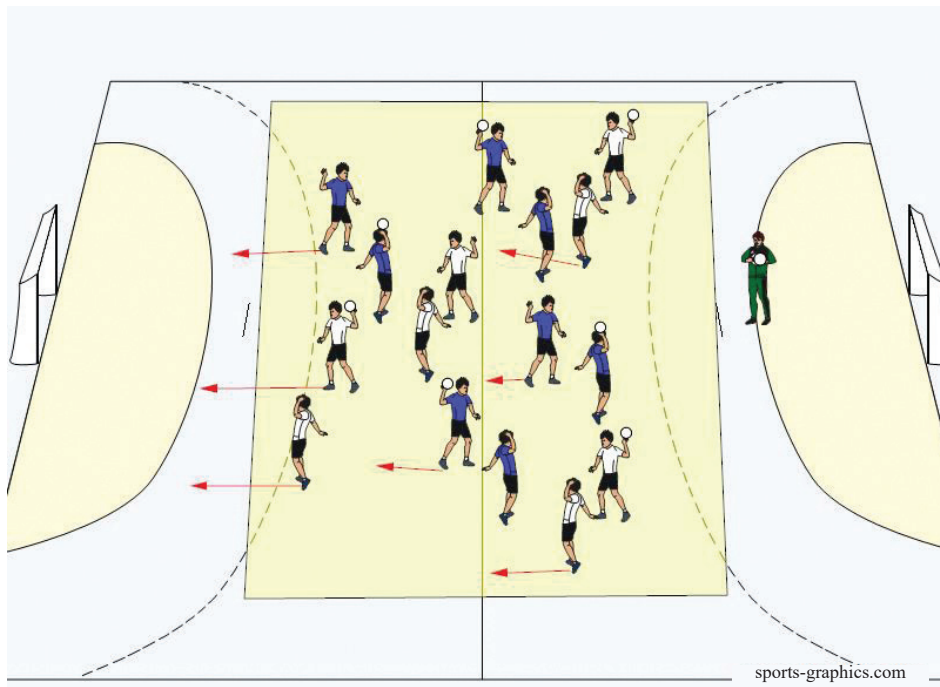
Szybkość reakcji złożonej

Ćwiczenie 10.6



Organizacja	Ustawienie jak na rysunku, każdy rząd ma przypisany kolor piłki, na który startuje do wyznaczonej linii (np. 9 m).
Przebieg	Zawodnicy wykonują podania i chwyt. Trener pokazuje piłkę odpowiedniego koloru (np. pomarańczowego lub niebieskiego). W zależności od prezentowanego koloru piłki zawodnicy z rzędu A lub B biegają za wyznaczoną linię.
Odmiany	Trener podrzuca piłkę lub odbija od podłoża, różne pozycje startowe zawodników (np. leżenie przodem).
Obciążenie	5 minut (w ruchu).
Przybory	1 piłka na parę, 2 kolorowe piłki.
Zwróć uwagę, by zawodnicy, podając piłkę, jednocześnie obserwowali trenera.	

Ćwiczenie 10.7



Organizacja Ustawienie w parach, ograniczone pole gry (np. linie boiska do siatkówki).

Przebieg Zawodnicy w rozsypce jak na rysunku poruszają się, wykonując podania i chwyt w parach. Zadaniem zawodników jest obserwacja trenera, który porusza się w różnych kierunkach. W zależności od koloru krążka pokazywanego przez trenera zawodnicy muszą jak najszybciej znaleźć się za określoną linią lub pozostać w obrębie wyznaczonego pola gry.

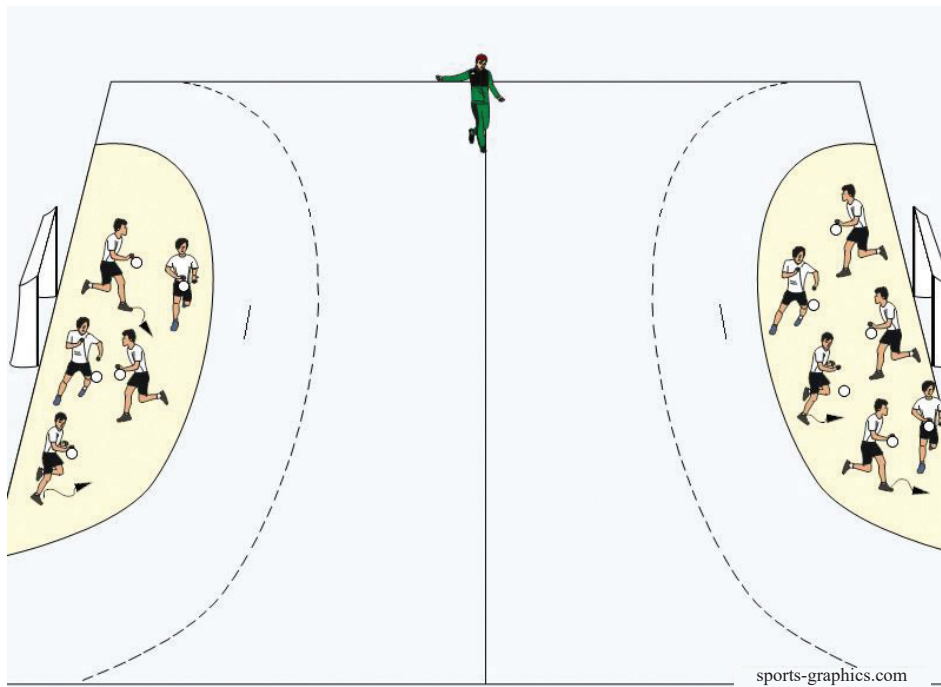
Odmiana Zawodnicy kozłują piłkę.

Obciążenie 5 minut (w ruchu).

Przybory Każdy para ma piłkę, kolorowe krążki.

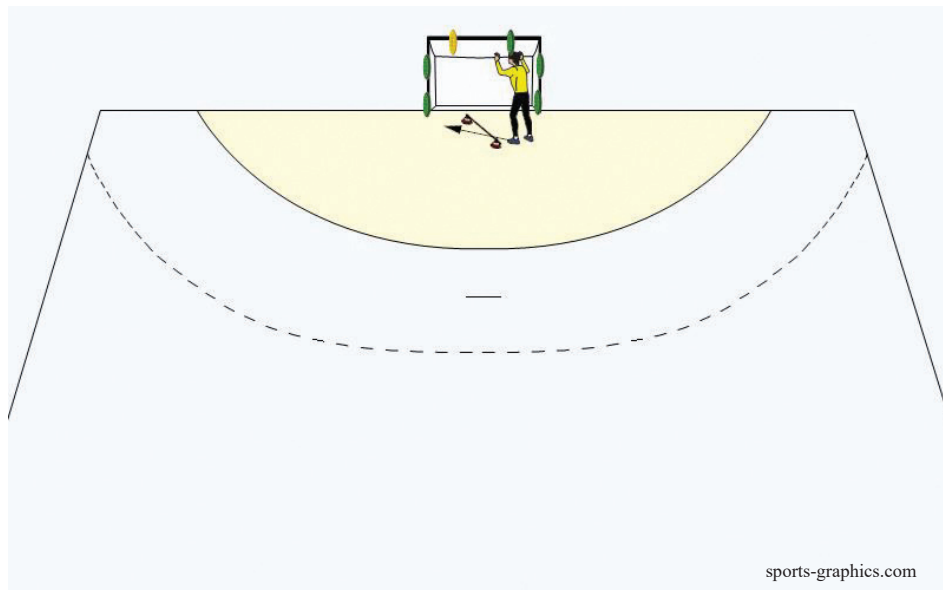
Zwróć uwagę, by zawodnicy obserwowali trenera, który pokazując odpowiedni kolor krążka, porusza się po całej sali.

Ćwiczenie 10.8



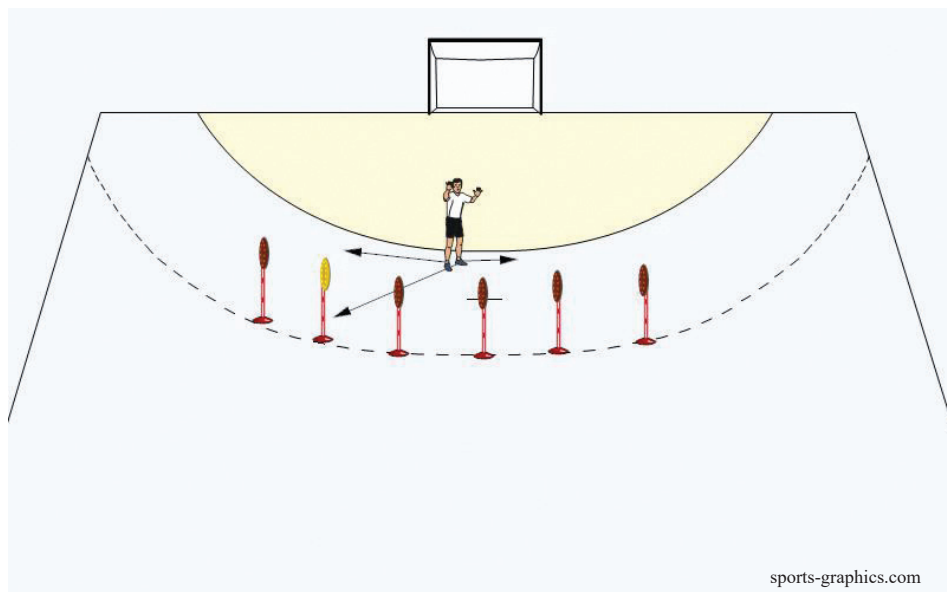
Organizacja	Ustawienie zawodników w polu bramkowym.
Przebieg	Zawodnicy poruszają się w rozsypce, kozłując piłkę, próbują wybić ją partnerowi. Jeżeli piłka opuści pole bramkowe, zawodnik musi wykonać na przykład 5 pompek i wrócić do ćwiczenia. Jednocześnie zawodnicy cały czas obserwują trenera i na jego sygnał (podniesienie ręki) wybiegają jak najszybciej za linię przerywaną 9 metrów. Ostatni z zawodników wykonuje serię ćwiczeń usprawniających.
Odmiana	Zawodnicy za linią 9 metrów przyjmują różne pozycje wyjściowe (np. leżenie tyłem, leżenie przodem, siad prosty).
Obciążenie	5 minut (w ruchu).
Przybory	Każdy zawodnik ma piłkę.
Zwróć uwagę, by zawodnicy obserwowali trenera, który może znajdować się w różnych częściach boiska.	

Ćwiczenie 10.9



- Organizacja** Ustawienie jak na rysunku.
- Przebieg** Bramkarz porusza się w pozycji bramkarskiej twarzą do bramki od jednego słupka do drugiego, przechodząc przez płotek gimnastyczny. Jego zadaniem jest zareagowanie na bodziec świetlny i dezaktywacja dysku. Bramkarz dezaktywuje tylko dyski w kolorze zielonym.
- Odmiana** Wejście na step dwiema stopami i zejście (ustawienie dysków na określony czas lub na liczbę aktywujących dysków, np. 10).
- Obciążenie** 5 prób z odpoczynkiem co najmniej 30 sekund.
- Przybory** Trenażer FitLightTrainer™, płotek gimnastyczny.
- Zwróć uwagę, że bramkarz może dezaktywować dysk dowolną częścią ciała.

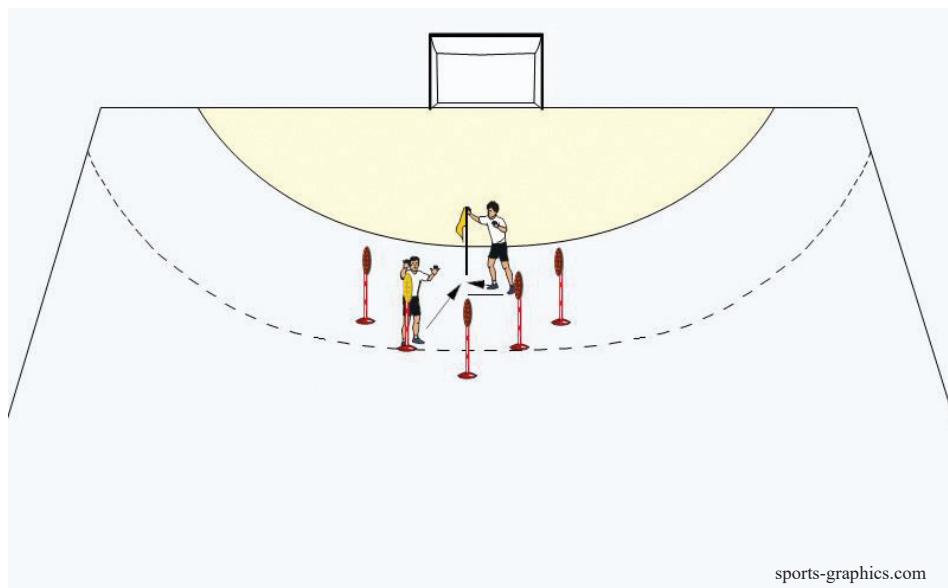
Ćwiczenie 10.10



Organizacja	Ustawienie jak na rysunku, stosujemy różne odległości pomiędzy słupkami z umieszczonymi dyskami świetlnymi.
Przebieg	Zawodnik w obronie porusza się krokiem odstawno-dostawnym w wyznaczonym sektorze boiska. Zadaniem ćwiczącego jest jak najszybsza dezaktywacja dysku.
Odmiana	Dezaktywacja tylko dysku określonego koloru (zaprogramowanie aktywacji dysków na określony czas lub na liczbę aktywowanych dysków, np. 10).
Obciążenie	5 prób z odpoczynkiem co najmniej 30 sekund.
Przybory	Trenażer FitLightTrainer™.

Zwróć uwagę, by obrońca starał się jak najbliżej dojść stopami do dysku, przyjmując prawidłową pozycję obronną.

Ćwiczenie 10.11

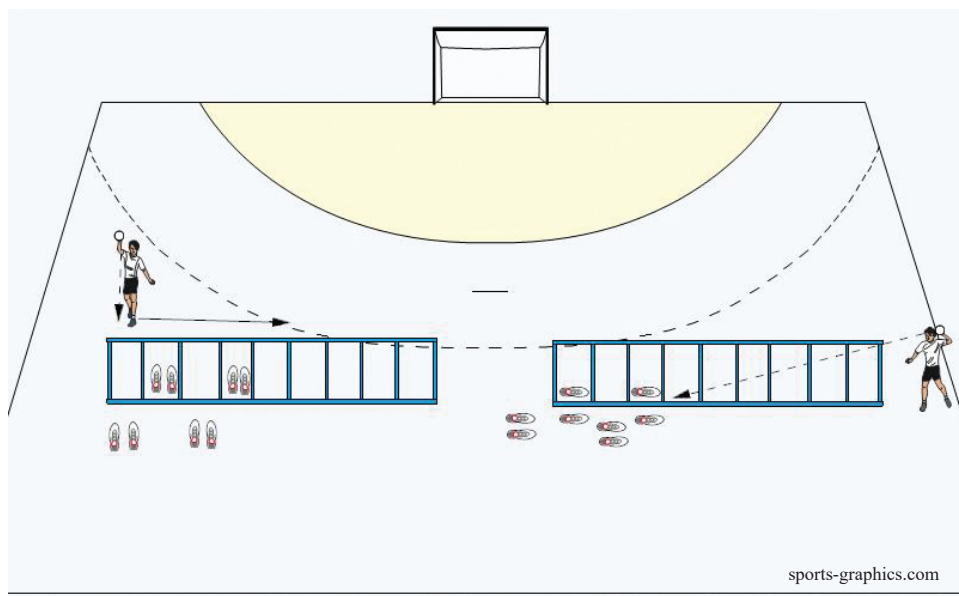


- Organizacja** Ustawienie jak na rysunku, stosujemy różne odległości pomiędzy słupkami z umieszczonymi dyskami świetlnymi.
- Przebieg** Zawodnicy w obronie poruszają się krokiem odstawno-dostawnym, między nimi znajduje się tyczka lub chorągiewka bez podstawy. Zadaniem obrońców jest jak najszybsze dezaktywowanie dysków z jednoczesnym niedopuszczeniem do przewrócenia się chorągiewki.
- Odmiana** Dezaktywacja tylko dysku określonego koloru (zaprogramowanie aktywacji dysków na określony czas lub na liczbę aktywowanych dysków, np. 10).
- Obciążenie** 5 próby z odpoczynkiem co najmniej 30 sekund.
- Przybory** Trener FitLight Trainer™.

Zwróć uwagę, że obrońcy powinni ustalić między sobą wyjście do odpowiedniego dysku, aby jeden z nich nie pozwolił na upadek chorągiewki.

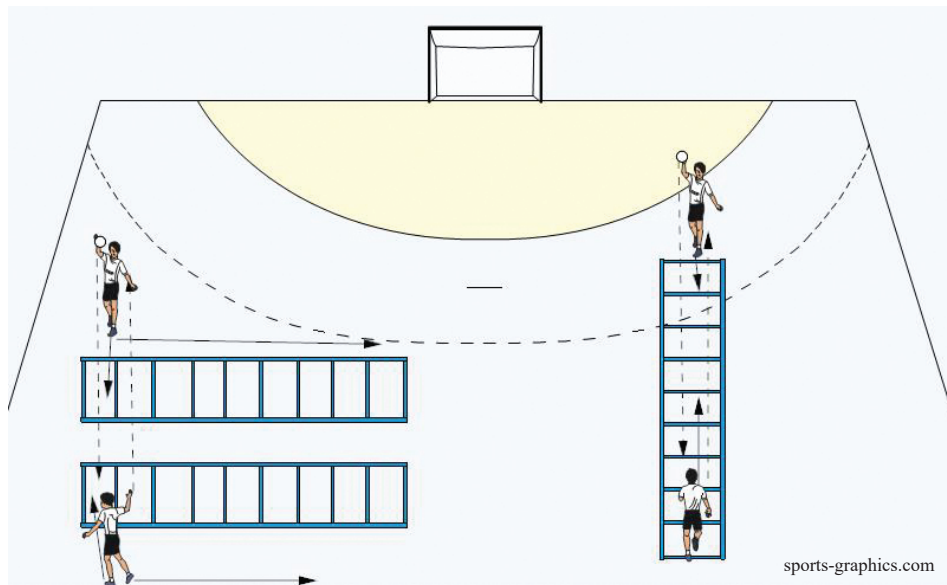
Szybkość reakcji na bodźce peryferyjne

Ćwiczenie 10.12



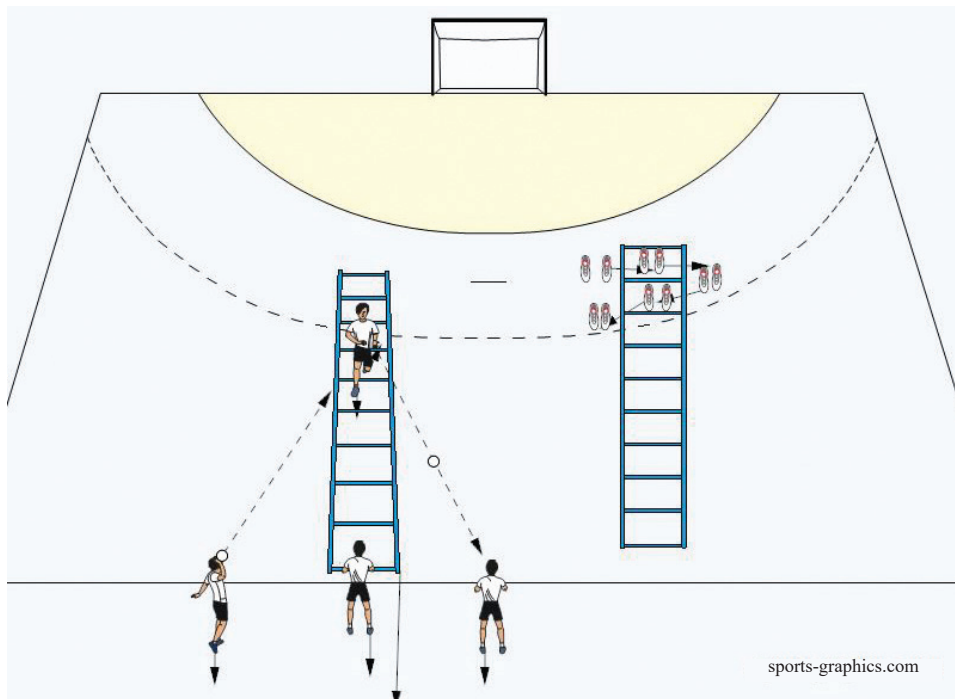
- Organizacja** Ustawienie jak na rysunku.
- Przebieg** Zawodnicy wykonują wejścia i wyjścia stopami do pola kratki koordynacyjnej, jednocześnie wymieniają podania piłki do zawodnika, który nie wykonuje ćwiczeń koordynacyjnych.
- Odmiana** Wejście do kratki przodem, wejście do kratki bokiem.
- Obciążenie** 4 powtórzenia każdy z zawodników.
- Przybory** Piłki ręczne, kratki koordynacyjne.
- Zwróć uwagę, by zawodnicy wykonali ćwiczenia z maksymalną częstotliwością ruchu.

Ćwiczenie 10.13



- Organizacja** Ustawienie jak na rysunku.
- Przebieg** Zawodnicy wykonują wejścia i wyjścia stopami do pola kratki koordynacyjnej, jednocześnie wymieniają podania piłki.
- Odmiany** Wejście do kratki przodem, bokiem, zbliżając się podaniami.
- Obciążenie** 4 powtórzenia każdy z zawodników (w ruchu).
- Przybory** Piłki ręczne, kratki koordynacyjne.
- Zwróć uwagę, by zawodnicy wykonali ćwiczenia z maksymalną częstotliwością ruchu.

Ćwiczenie 10.14



Organizacja Ustawienie jak na rysunku.

Przebieg Zawodnicy wykonują wejścia przodem i wyjścia tyłem stopami do pola kratki koordynacyjnej, jednocześnie wymieniają podania piłki z partnerami. W tym samym momencie kratka jest w ruchu do przodu. Zadaniem zawodników jest prawidłowe wykonywanie chwytów i podań oraz niepopoławianie błędów w ćwiczeniach koordynacyjnych.

Odmiany Wejście do kratki przodem, bokiem.

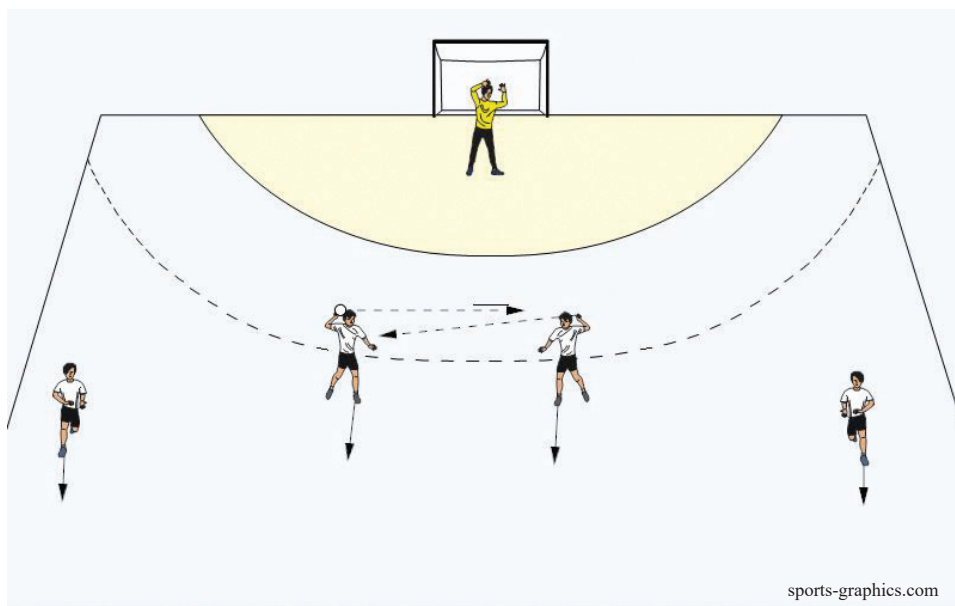
Obciążenie 4 powtórzenia każdy z zawodników (w ruchu).

Przybory Piłki ręczne, kratki koordynacyjne.

Zwróć uwagę, by zawodnicy wykonali ćwiczenia z maksymalną częstotliwością ruchu.

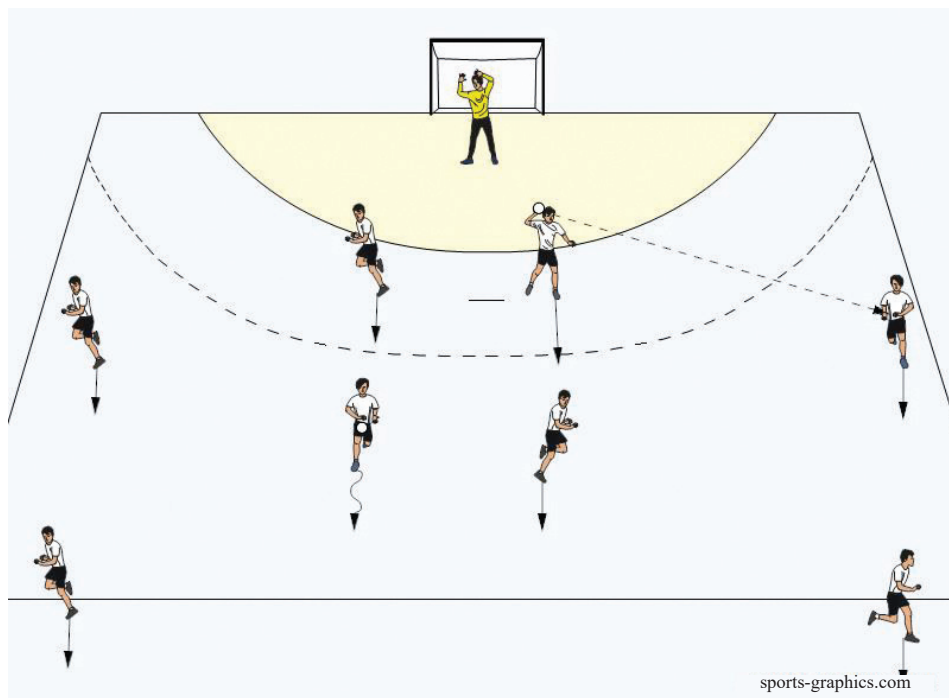
Szybkość lokalizacji przestrzennej

Ćwiczenie 10.15



- Organizacja** Ustawienie jak na rysunku, w pasach działania.
- Przebieg** Zawodnicy wykonują podania i chwyt. Zadaniem graczy ustawionych w środku jest po chwycie piłki zwrócenie uwagi na partnera zewnętrznego i odczytanie na głos pokazanej przez niego liczby palców.
- Odmiany** Zawodnicy zewnętrzni mogą poruszać się przodem, tyłem, krokiem odstawno-dostawnym.
- Obciążenie** 10 minut (w biegu).
- Przybory** Piłki ręczne.
- Zwróć uwagę, że przy zaawansowanych zawodnikach ćwiczenie kończymy rzutem na bramkę.

Ćwiczenie 10.16



Organizacja Ustawienie jak na rysunku.

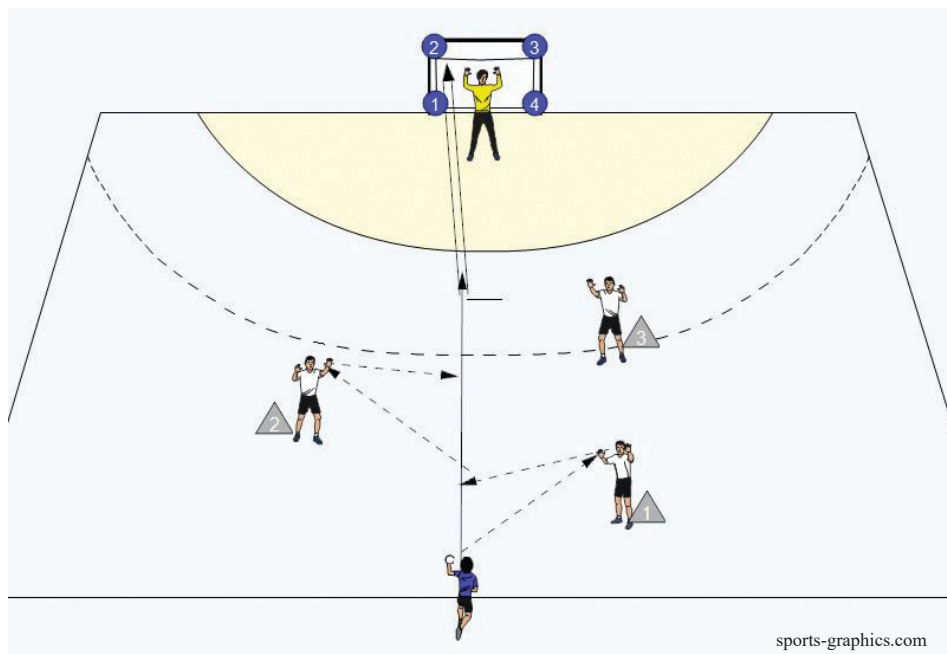
Przebieg Zawodnicy wykonują podania i chwyt. Zadaniem zawodnika pochwycie piłki jest zwrócenie uwagi na partnera i w zależności od jego ustawienia podanie piłki partnerowi, który swoim ustawieniem wyraża gotowość do chwytu (ręce przygotowane do chwytu). Jeśli żaden z zawodników nie jest gotowy do przyjęcia podania, zawodnik z piłką po trzech krokach biegu kozłuje piłkę.

Obciążenie 10 minut (w biegu).

Przybory Piłki ręczne.

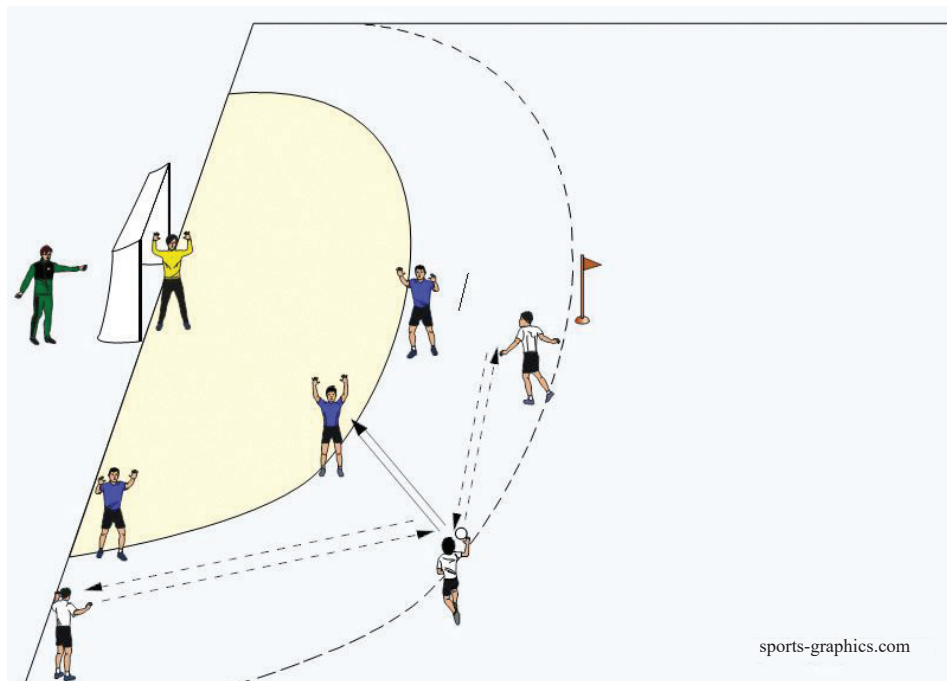
Zwróć uwagę, by zawodnik z piłką w trakcie wykonywania trzech kroków biegu obserwował partnerów i podjął odpowiednią decyzję.

Ćwiczenie 10.17



- Organizacja** Ustawienie jak na rysunku.
- Przebieg** Atakujący podaje piłkę do zawodnika 1, jednocześnie odczytuje liczbę palców pokazanych przez zawodnika 2 (można pokazać od 0 do 2 palców). Następnie podaje piłkę do zawodnika 2 i odczytuje liczbę palców zawodnika 3. Atakujący sumuje liczby palców i wykonuje rzut w odpowiedni róg bramki.
- Obciążenie** Zawodnicy zmieniają ustawienie po każdej serii rzutów.
- Przybory** Piłki ręczne.
- Zwróć uwagę, że rzuty wykonujemy różnymi technikami (rzut z wysoku, bieżny itp.).

Ćwiczenie 10.18



Organizacja Ustawienie jak na rysunku.

Przebieg Zawodnicy wykonują fragment gry 3 : 3 na połowie boiska. Zadaniem atakujących jest oddanie jak najszybciej rzutu w kierunku bramki na sygnał trenera (podniesiona ręka), który znajduje się z boku pola gry lub za bramką. Ćwiczenie należy wykonywać w różnych sektorach boiska.

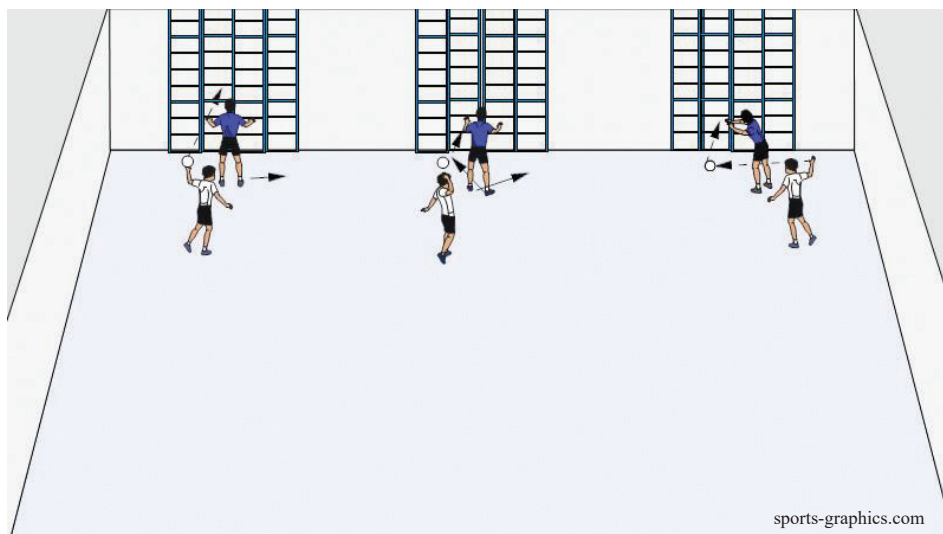
Obciążenie 10 minut (w ruchu).

Przybory Piłki ręczne, chorągiewki.

Zwróć uwagę, by atakujący utrzymywali cały czas kontakt wzrokowy z trenerem.

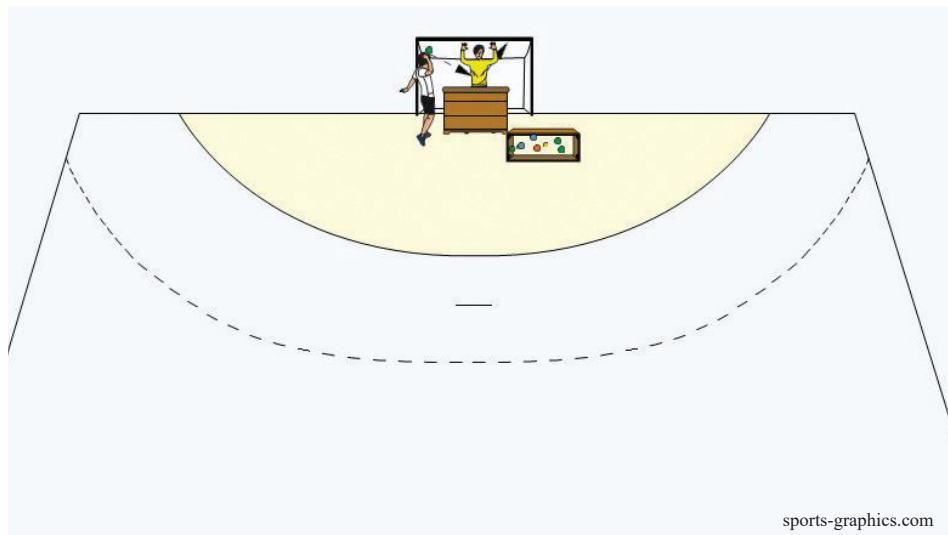
Koordinacja oko-ręka

Ćwiczenie 10.19



- Organizacja** Ustawienie w dwójkach przodem do drabinek jak na rysunku.
- Przebieg** Zawodnicy poruszają się truchtem w różnych kierunkach, starając się złapać piłkę odbitą od drabinek. Partnerzy z tyłu mają za zadanie z różną siłą i pod różnymi kątami rzucić piłkę o drabinę. Od bramkarzy nie wymagamy chwytu piłki, tylko odbicie (stosujemy różne rodzaje piłek).
- Obciążenie** 10 razy każdy z zawodników (w ruchu).
- Przybory** Piłki ręczne, piłki tenisowe itp., drabinki gimnastyczne.
- Zwróć uwagę, by zawodnik w gotowości startowej skupił uwagę na piłce odbitej od drabinki i jak najszybciej zareagował.

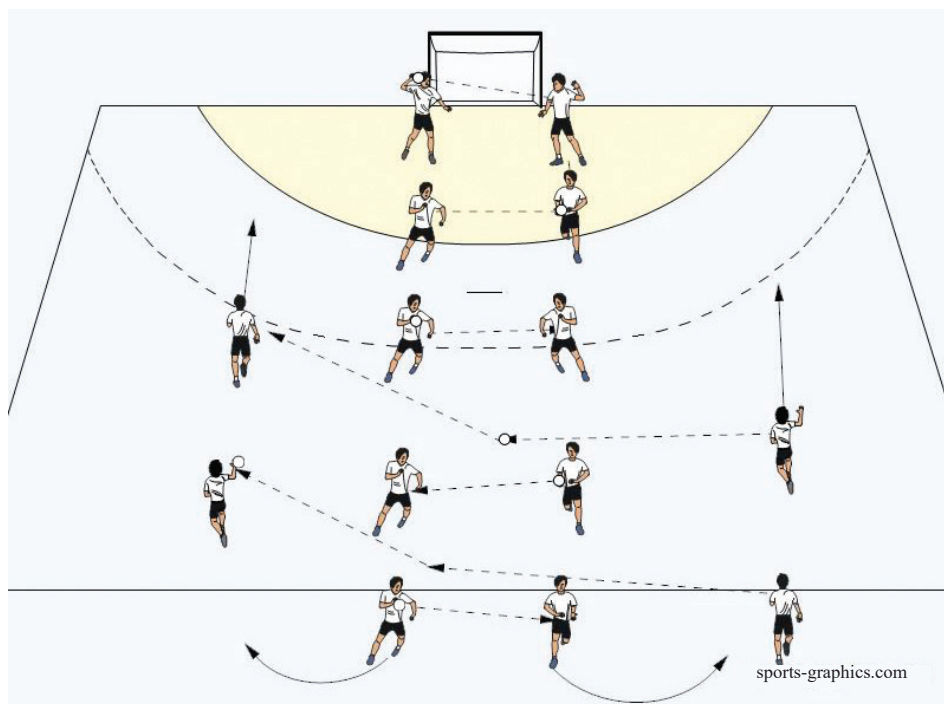
Ćwiczenie 10.20



- Organizacja** Bramkarz w pozycji siedzącej na krześle za skrzynią gimnastyczną lub stolikiem.
- Przebieg** Zawodnik wielokrotnie rzuca piłką o blat skrzyni. Bramkarz ma za zadanie odbić piłkę rękoma. Stosujemy piłki różnego rodzaju (np. piłeczki tenisowe, gumowe itp.).
- Obciążenie** 5×10 rzutów.
- Przybory** Piłki tenisowe, gumowe itp., stolik lub skrzynia gimnastyczna, krzesło.
- Zwróć uwagę, by zawodnik rzucał piłki z różną siłą i częstotliwością. Piłki powinny odbić się w zasięgu rąk bramkarza.

Antycypacja koincydencji

Ćwiczenie 10.21



Organizacja Ustawienie w dwójkach według schematu zilustrowanego na rysunku.

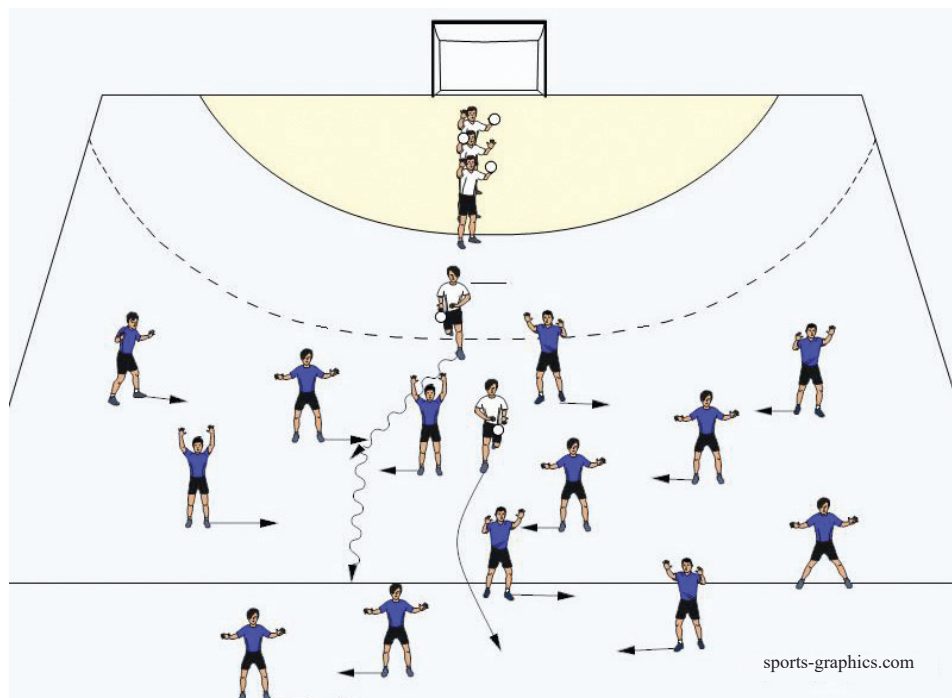
Przebieg Zawodnicy w dwójkach podają piłkę w biegu, zachowując odstępy pomiędzy dwójkami około 4–5 metrów. Po dobiegnięciu do końca boiska wykonują nawrót i podają piłkę kozłem pomiędzy pozostałymi biegącymi dwójkami.

Obciążenie 5 minut.

Przybory Piłki ręczne.

Zwróć uwagę, by zwiększać odległość pomiędzy ćwiczącymi na zewnątrz w miarę opanowania ćwiczenia.

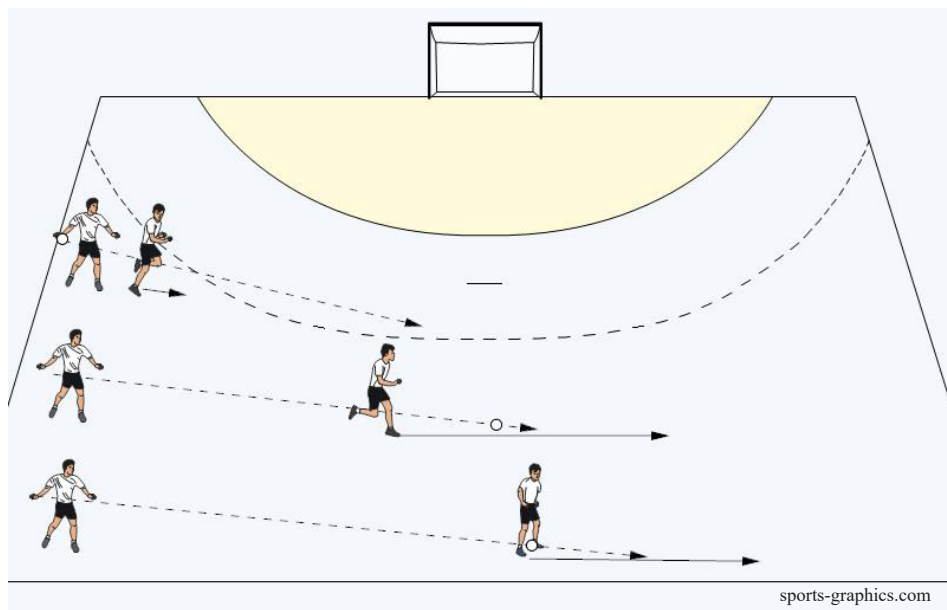
Ćwiczenie 10.22



- Organizacja** Ustawienie w rozsypce jak na rysunku.
- Przebieg** Obrońcy ustawieni w rozsypce tyłem do zawodników w ataku poruszają się krokiem odstawno-dostawnym w poprzek boiska. Zadaniem atakujących jest przebiegnięcie z kozłowaniem piłki jak najkrótszą drogą pomiędzy obrońcami. Ćwiczenie kończy się rzutem na bramkę.
- Obciążenie** Każdy zawodnik wykonuje 6 rzutów.
- Przybory** Piłki ręczne.

Zwróć uwagę, by zawodnicy w ataku kozłowali piłkę dalszą ręką od obrońcy, starali się przewidzieć ruchy obrońcy i wykonać zadanie w jak najkrótszym czasie.

Ćwiczenie 10.23



- Organizacja** Ustawienie w dwójkach jak na rysunku.
- Przebieg** Zawodnik poruszający się z przodu omija toczoną przez partnera piłkę i ustawia się tak, aby stojąc w rozkroku tyłem, przepuścić piłkę pomiędzy nogami. W innych wariantach zawodnik zatrzymuje piłkę, wykonując siad lub podpór leżąc tyłem.
- Obciążenie** Każdy z zawodników wykonuje 6 powtórzeń.
- Przybory** Piłki ręczne.
- Zwróć uwagę, by zawodnicy zatrzymywali piłkę w określonym przez trenera sektorze boiska.

Piśmiennictwo

- Naglak Z. (2001), *Teoria zespołowej gry sportowej kształcenie gracza*, AWF we Wrocławiu, Wrocław.
- Stanković V., Malacko J. (2008), *Relations between systems of motor, cognitive and co-native variables of top – class handball players*, *Kinesiologia Slovenica*, 14 (3), 33–43.

11. Trening percepcji wzrokowej w piłce siatkowej

Leszek Piasecki

W nowoczesnej siatkówce wysokie tempo akcji oraz szybkość lotu piłki powodują konieczność antycypowania przebiegu działań w grze oraz wymagają ciągłej gotowości do reakcji motorycznych.

Z punktu widzenia funkcji wzrokowych i poziomu zdolności percepcyjnych piłka siatkowa jest uważana za wysoce wymagającą pod względem zaangażowania funkcji uwagi wzrokowej, czasu reakcji na bodźce pojawiające się w centralnym i peryferyjnym polu widzenia, szybkiej lokalizacji przestrzennej, antycypacji, koordynacji wzrokowo-ruchowej.

Specyfika gry wymusza u zawodników pełne skupienie uwagi wzrokowej jednocześnie na wielu bodźcach, nierzadko w sytuacjach taktycznych pojawiających się w peryferyjnym polu widzenia (Anzeneder, Bosel 1998). Zawodnik podejmuje decyzję motoryczną w efekcie szybkiej lokalizacji piłki, partnera, siatki oraz przeciwnika po drugiej stronie boiska (Liviotti i wsp. 2007). Wszystkie elementy techniczno-taktyczne gry wykonywane są w limicie czasowym, co sprawia, że w siatkówce utrzymanie uwagi wzrokowej jest umiejętnością szczególnie ważną (Schorer i wsp. 2013).

Kompetencje percepcyjno-kognitywne należy rozwijać od najwcześniejszego okresu – już na etapie nauki odbijania piłki. Propozycja treningu percepcyjnego przedstawiona w niniejszym rozdziale obejmuje między innymi ćwiczenia odbicia kilkoma piłkami jednocześnie z zadaniami dodatkowymi absorbującymi uwagę ćwiczących, z obserwacją i reakcją na działania partnerów oraz żonglerkę piłkami. W opisie ćwiczeń posłużono się typowym nazewnictwem działań z piłką i bez piłki (ryc. 11.1).

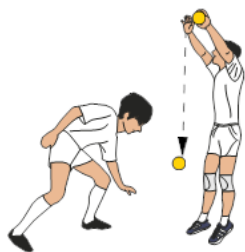
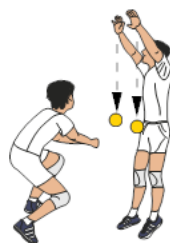


Rycina 11.1. Opis przyborów oraz nazewnictwo działań z piłką i bez piłki

Źródło: opracowanie własne przy użyciu programu easy Sports-Graphics (www.easy-sports-software.com).

Szybkość reakcji prostej

Ćwiczenie 11.1

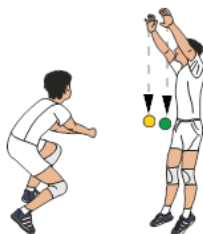


sports-graphics.com

Organizacja	Ustawienie w parach naprzeciwko siebie w odległości 1,5 metra.
Przebieg	Partner trzyma w dłoniach piłeczki tenisowe (ramiona wyprostowane w płaszczyźnie czołowej na wysokości barków). W pewnym momencie opuszcza jedną z piłeczek. Zadaniem ćwiczącego jest chwycić piłeczkę w taki sposób, aby nie dotknęła parkietu.
Odmiany	Prawą ręką ćwiczący chwytą piłeczkę spadającą z prawej strony, a lewą – piłeczkę spadającą z lewej. Partner wypuszcza dwie piłeczki jednocześnie. Ćwiczący musi chwycić obie, każdą w jedną rękę.
Przybory	Piłeczki tenisowe.

Szybkość reakcji złożonej

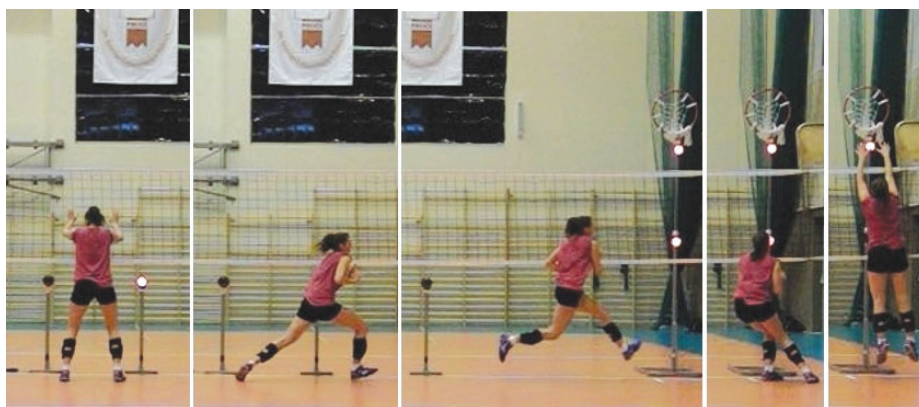
Ćwiczenie 11.2



sports-graphics.com

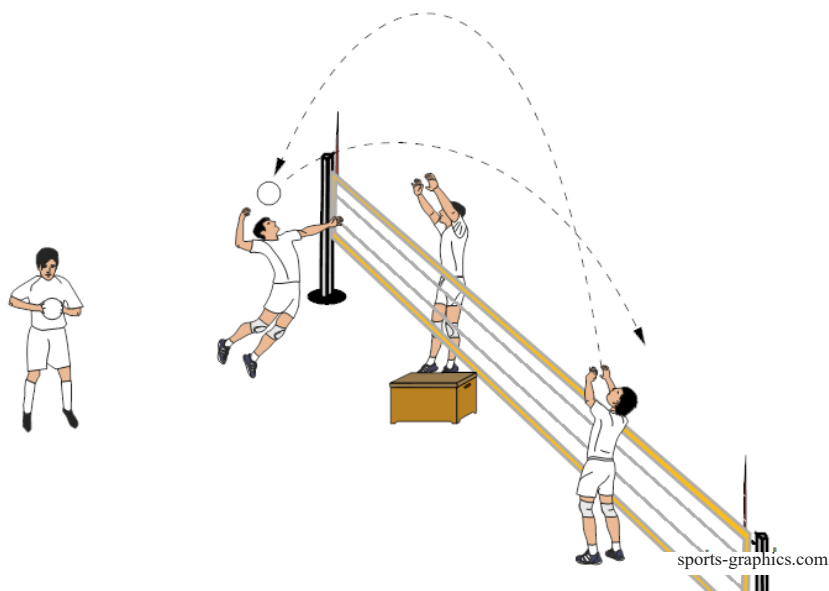
Organizacja	Ustawienie w parach naprzeciwko siebie w odległości 1,5 metra.
Przebieg	Partner trzyma w dłoniach małe piłeczki w dwóch różnych kolorach tak, aby nie było widać, jakiego są koloru (ramiona wyprostowane w płaszczyźnie czołowej na wysokości barków). W pewnym momencie wypuszcza obie piłeczki jednocześnie. Zadaniem ćwiczącego jest chwycić tylko jedną piłeczkę (w określonym kolorze) w taki sposób, aby nie dotknęła parkietu (czas reakcji z wyborem).
Odmiany	Partner wypuszcza dwie piłeczki jednocześnie. Ćwiczący musi chwycić oburącz tylko właściwą. Ćwiczący chwytą tylko jedną ręką właściwą piłeczkę (prawą chwytą, gdy właściwa piłeczka spada z prawej strony, a lewą, gdy właściwa piłeczka spada z lewej).
Przybory	Małe piłeczki w dwóch różnych kolorach.

Ćwiczenie 11.3



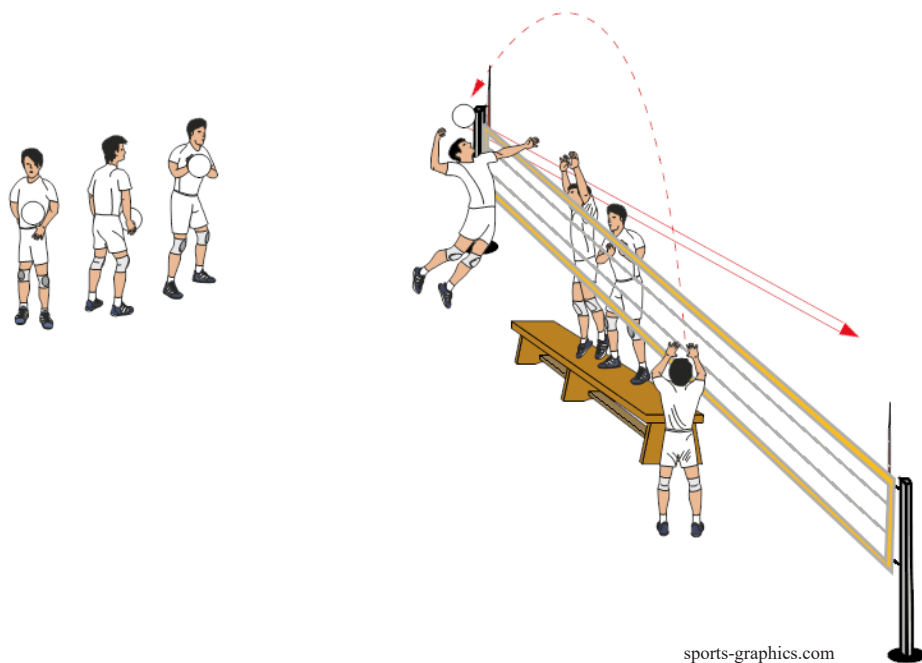
- Organizacja** Dyski świetlne urządzenia FitLight Trainer™ umieszczone wzdłuż siatki do siatkówki, na stojakach po prawej i lewej stronie siatki.
- Przebieg** Zadaniem ćwiczącego stojącego przed siatką w postawie przygotowanej do wykonania bloku jest jak najszybsza reakcja motoryczna na pojawiający się bodziec świetlny po jednej ze stron i wykonanie jak najszybszego przemieszczenia się i wyskoku do bloku. Zawodnik, przemieszczając się, przecina wiązki laserowe kolejnych dysków, tym samym dezaktywując je. Czas wyłączenia trzeciego dysku świetlnego stanowi sumaryczny wynik wykonania dojścia do bloku.
- Przybory** 6 dysków świetlnych LED urządzenia FitLight Trainer™.

Ćwiczenie 11.4



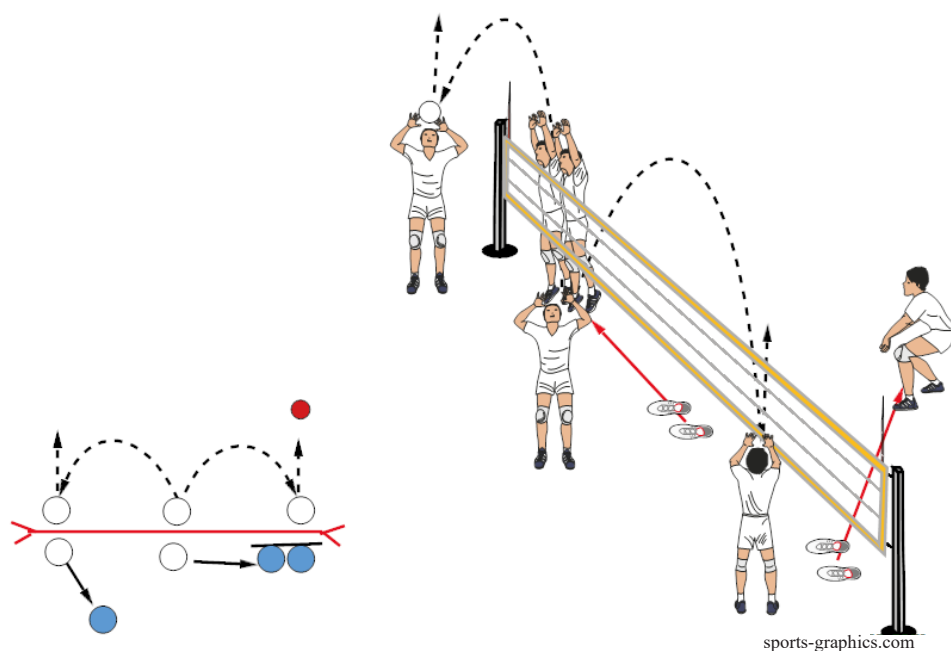
Organizacja	Grupa zawodników wykonuje atak z wysokiej piłki w IV strefie (lewe skrzydło) po wystawieniu piłki przez rozgrywającego.
Przebieg	Po drugiej stronie siatki na podwyższeniu stoi blokujący. Jeśli blokujący wystawi ręce do bloku, atakujący muszą kiwnąć piłką nad blokiem w trzeci metr boiska. Jeśli blokujący nie blokuje (ma schowane ręce), atakujący muszą wykonać zbiec dynamiczne.
Przybory	Piłki do siatkówki, podest dla blokującego.

Ćwiczenie 11.5



Organizacja	Grupa zawodników wykonuje atak z wysokiej piłki w IV strefie (lewe skrzydło) po wystawieniu piłki przez rozgrywającego.
Przebieg	Po drugiej stronie siatki na podwyższeniu stoi dwóch blokujących. Jeśli obaj blokujący wystawią ręce do bloku, atakujący muszą kiwnąć piłką nad blokiem w trzeci metr boiska. Jeśli jeden blokujący nie blokuje (ma schowane ręce), atakujący muszą wykonać zbieżenie dynamiczne w tym kierunku, w którym nie ma rąk blokującego (atak po prostej lub po skosie).
Przybory	Piłki do siatkówki, podest dla blokujących.

Ćwiczenie 11.6



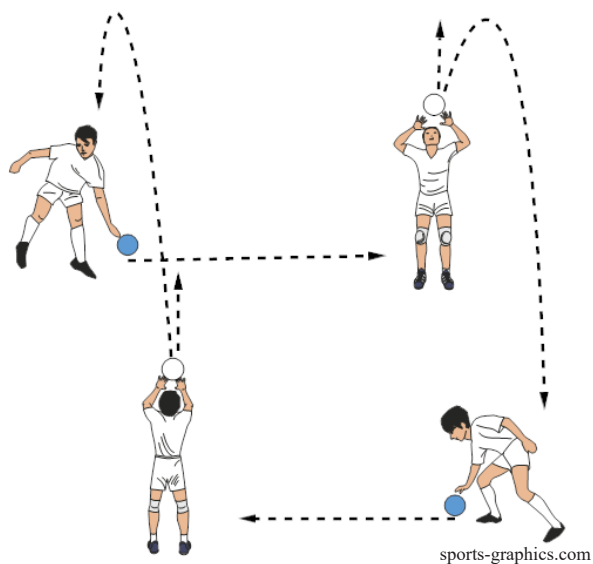
Organizacja Trzech zawodników ustawionych z jednej strony siatki i trzech z drugiej.

Przebieg Jedna trójka odbija piłkę tak, że skrajni wykonują jedno odbicie pośrednie nad sobą i odbijają do środkowego. Środkowy wykonuje tylko jedno odbicie, kierując piłkę dowolnie w przód lub w tył do dowolnego partnera po swojej stronie siatki. Po drugiej stronie siatki zawodnicy wykonują na skrzydłach podwójny blok, a wolny od bloku wycofuje się do obrony. Po wykonaniu podwójnego bloku na skrzydle środkowy szybko wraca na środek i skacze na środku, następnie znowu szybko reaguje na zagranie środkowego z drugiej strony siatki. Skrzydłowi bloku obserwują, na które skrzydło grana jest piłka, i odpowiednio reagują, skacząc we właściwym miejscu do bloku albo wycofując się do obrony.

Przybory Piłki do siatkówki, siatka.

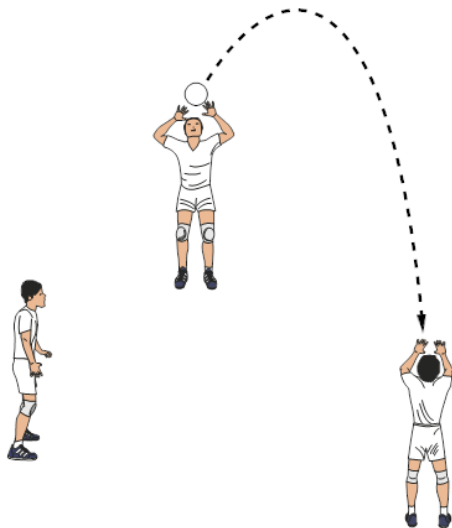
Szybkość reakcji na bodźce peryferyjne

Ćwiczenie 11.7



Organizacja	Dwie pary obok siebie w odległości do 2 metrów.
Przebieg	W parze partnerzy odbijają między sobą piłkę siatkową. Dodatkowo podają lub toczą drugą piłkę do kolegi z sąsiedniej pary stojącego obok.
Odmiany	<p>Odbijając, ćwiczący wykonują jedno odbicie pośrednie nad sobą i dopiero następuje podanie – odbicie do partnera, a następnie drugą piłkę podają lub toczą do kolegi z sąsiedniej pary ćwiczącego obok.</p> <p>Jak wyżej, lecz bez odbicia pośredniego nad sobą.</p>
Przybory	Piłki siatkowe.

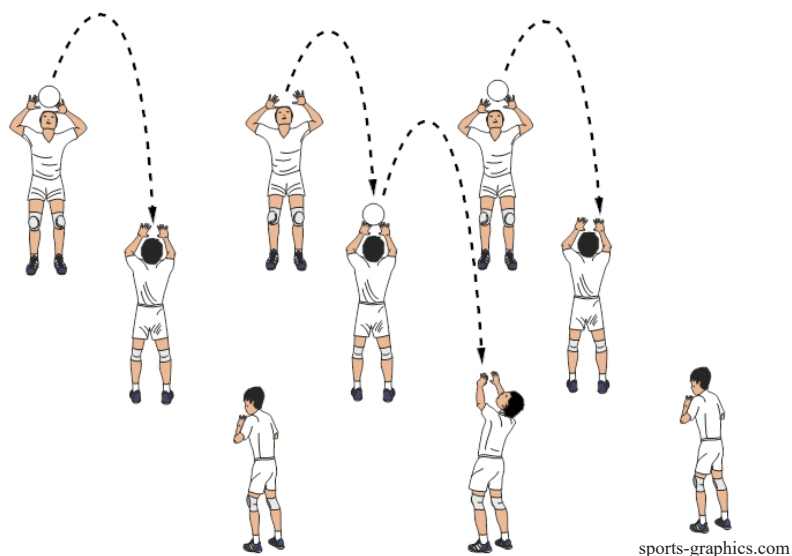
Ćwiczenie 11.8



sports-graphics.com

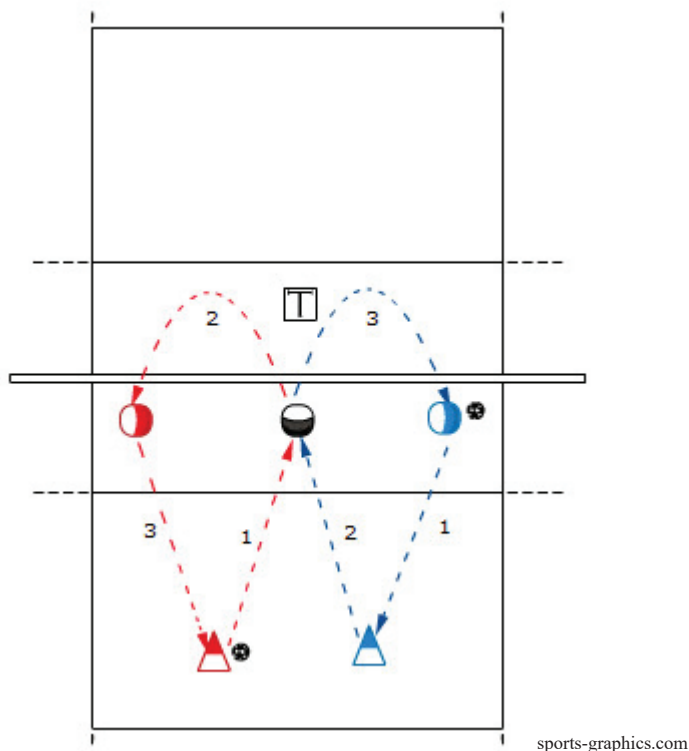
Organizacja	Dwaj zawodnicy stoją w odległości około 3 metrów od siebie, pomiędzy nimi lekko z boku stoi trzeci zawodnik.
Przebieg	Dwaj zawodnicy podczas odbijania pomiędzy sobą piłki kątem oka obserwują trzeciego partnera stojącego pomiędzy nimi i licząc, ile palców on pokazuje.
Odmiany	<p>Stojący podnosi raz lewą, a raz prawą rękę, pokazując różną liczbę palców. Odbijający mają za zadanie cały czas sumować liczbę pokazanych palców. Co jakiś czas pokazujący robi przerwę, w której odbijający porównują uzyskane wyniki.</p> <p>Jak wyżej, lecz jeśli pokazujący podnosi rękę w górę, ćwiczący wykonują dodawanie, a jeśli ma rękę opuszczoną w dół – odejmowanie.</p>
Przybory	Piłki do siatkówki.

Ćwiczenie 11.9



- Organizacja** Dwie lub trzy trójki obok siebie w odległości około 3 metrów, odstęp pomiędzy zawodnikami również około 2–3 metrów.
- Przebieg** Odbicia w trójkach odbywają się synchronicznie. Pierwsza pokazująca trójka minimalnie wyprzedza pozostałe. Środkowy trójki pokazującej odbija piłkę w dowolnym kierunku do przodu lub do tyłu. Środkowi z trójek naśladowujących muszą kątem oka obserwować kierunek odbicia trójki pokazującej i swoją piłkę odbijać również w tym kierunku.
- Przybory** Piłki do siatkówki.

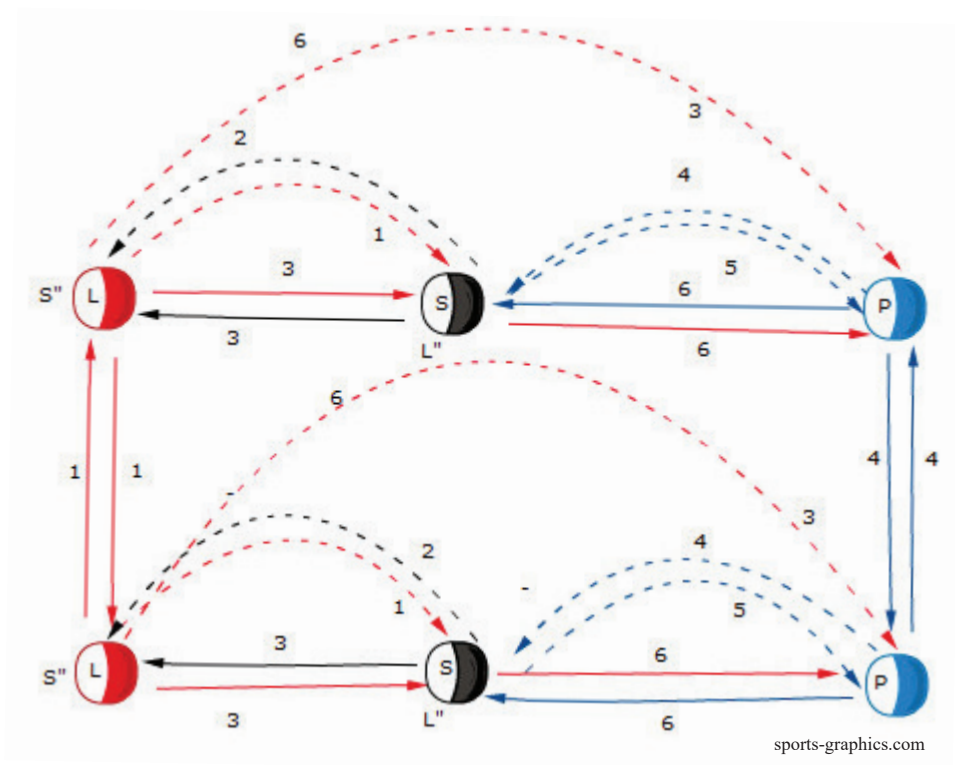
Ćwiczenie 11.10



- | | |
|-------------|--|
| Organizacja | Zawodnicy ustawieni jak na rysunku. |
| Przebieg | Ćwiczący odbijają jednocześnie dwiema piłkami w dwóch trójkątach mających wspólne ogniwo (ten sam zawodnik jest członkiem obu trójkątów). Trener stoi po drugiej stronie siatki i pokazuje ręką, na które skrzydło zawodnik wspólny ma odbić (wystawić) piłkę. |
| Przybory | Piłki do siatkówki, siatka. |

Szybkość lokalizacji przestrzennej

Ćwiczenie 11.11



Organizacja Ustawienie jak na rysunku. Dwie trójki stoją obok siebie w odległości około 3 metrów, odstęp pomiędzy zawodnikami również około 3 metrów.

Przebieg Odbicia w trójkach odbywają się synchronicznie i w kolejności jak na rysunku.

1 – L odbijają jednocześnie do S i zamieniają się miejscami.

2 – S ponownie odbijają do L.

3 – L odbijają jednocześnie do P, a następnie zamieniają się miejscami z S.

4 – P odbijają na środek do L, które w wyniku zmiany zajęły miejsce S, następnie P zamieniają się miejscami.

5 – L odbijają z powrotem do P.

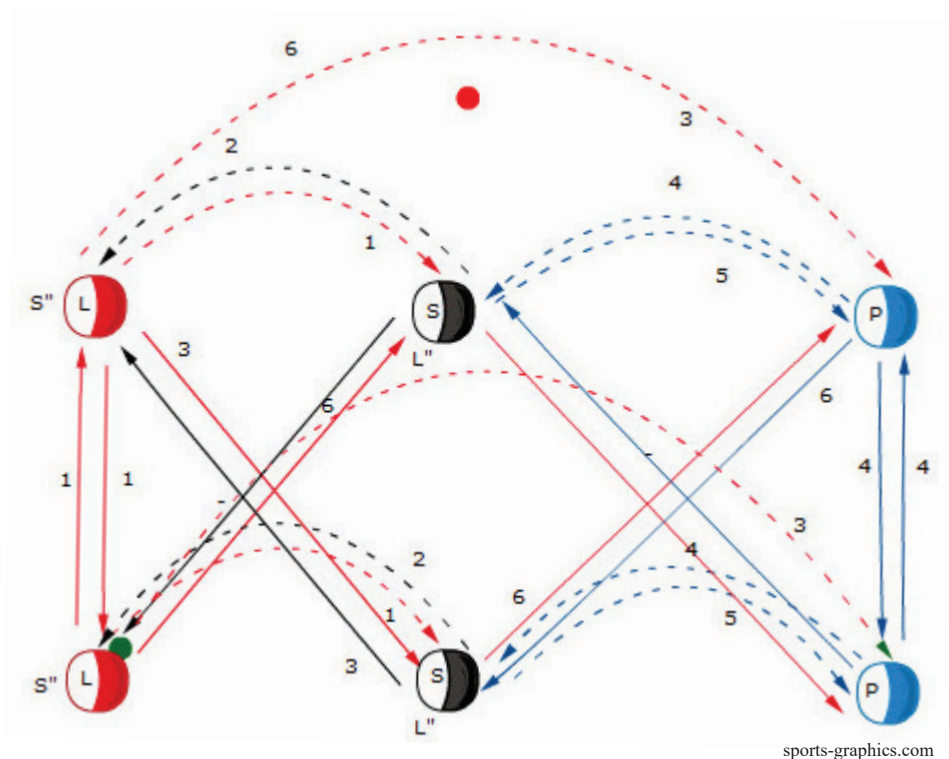
6 – P odbijają do S, które zajęły miejsce L i zamieniają się miejscami z L.

Następnie cały cykl odbić i zmian miejsc się powtarza.

Przybory

Piłki do siatkówki.

Ćwiczenie 11.12

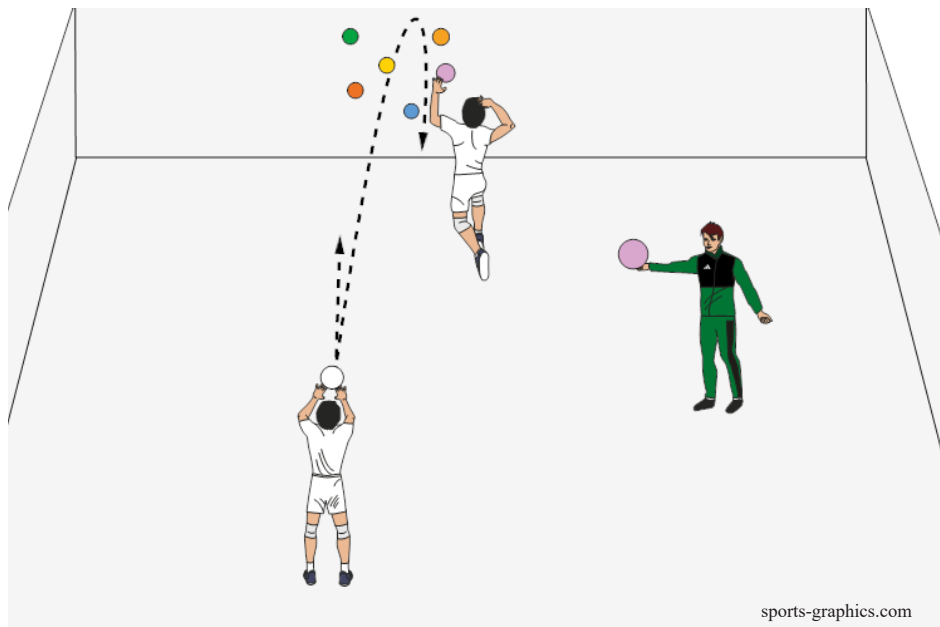


Organizacja

Ustawienie jak na rysunku. Dwie trójki stoją obok siebie w odległości około 3 metrów, odstęp pomiędzy zawodnikami również około 3 metrów.

Przebieg	<p>Odbicia w trójkach odbywają się synchronicznie i w kolejności jak na rysunku.</p> <p>1 – L odbijają jednocześnie do S i zamieniają się miejscami.</p> <p>2 – S ponownie odbijają do L.</p> <p>3 – L odbijają jednocześnie do P, a następnie zamieniają się miejscami z S.</p> <p>4 – P odbijają na środek do L, które w wyniku zmiany zajęły miejsce S, następnie P zamieniają się miejscami.</p> <p>5 – L odbijają z powrotem do P.</p> <p>6 – P odbijają do S, które zajęły miejsce L i zamieniają się miejscami z L.</p> <p>Następnie cały cykl odbić i zmian miejsc się powtarza.</p>
Przybory	<p>Piłki do siatkówki.</p>

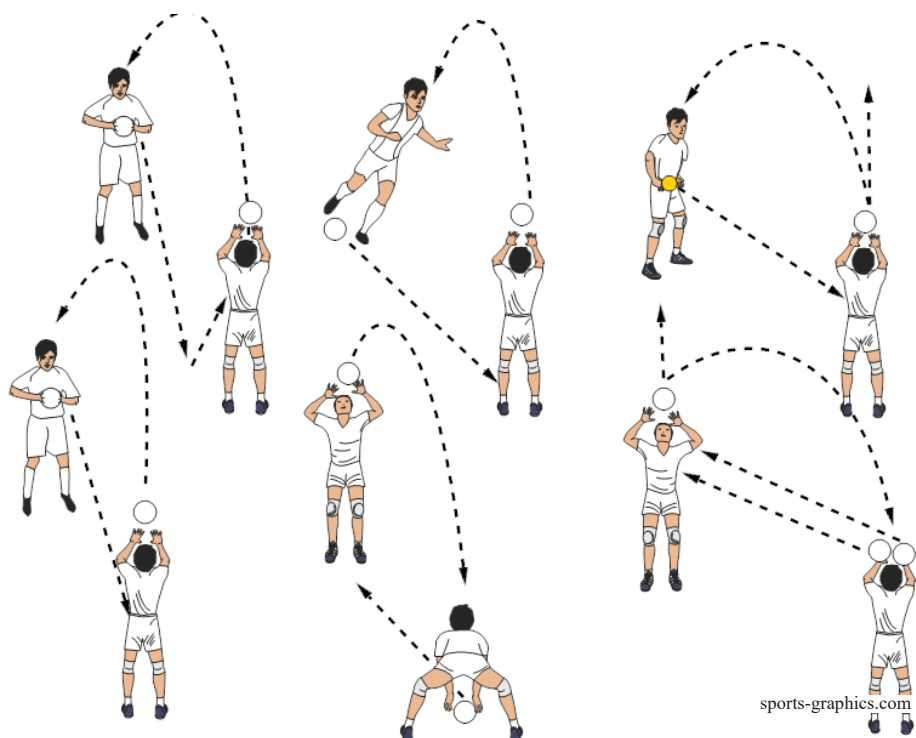
Ćwiczenie 11.13



- Organizacja** Zawodnicy ustawieni w parze w odległości 3 metrów od siebie. Jeden z nich jest blisko ściany (w odległości około 2 m). Na ścianie na różnej wysokości naklejone są kolorowe znaczniki – koła. Trener stoi obok odbijających zawodników.
- Przebieg** Zawodnicy odbijają do siebie piłkę, wykonując jedno odbicie pośrednie nad sobą. Gdy zawodnik stojący blisko ściany odbije piłkę do partnera, dostaje od trenera sygnał, jakiego koloru znacznik na ścianie ma dotknąć.
- Odmiany** Zawodnik dostaje od trenera sygnał głosowy.
Zawodnik dostaje od trenera sygnał wzrokowy.
- Przybory** Piłki do siatkówki, znaczniki do przyklejenia na ścianę, znaczniki do pokazywania.

Koordinacja oko-ręka

Ćwiczenie 11.14

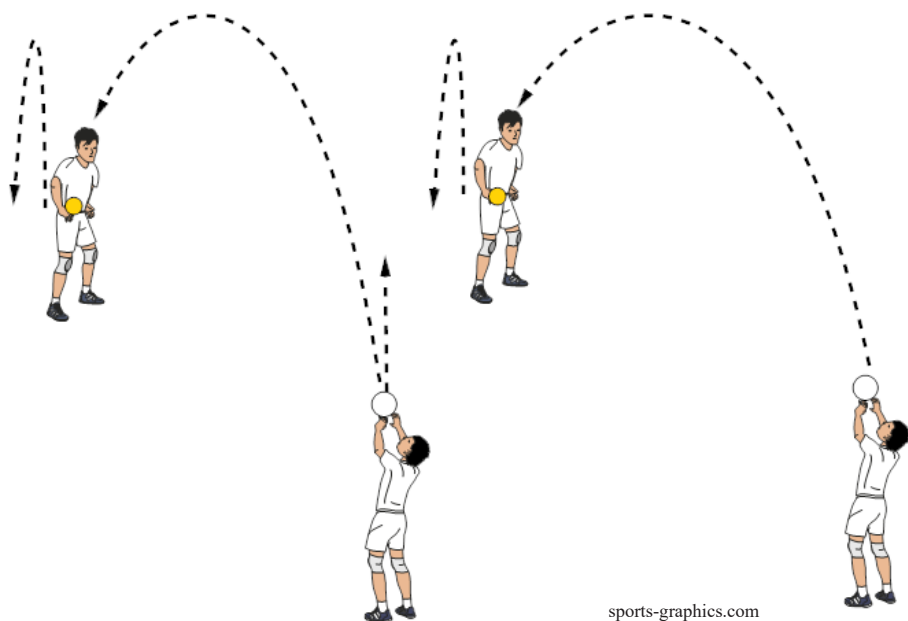


Organizacja	Dwóch zawodników (każdy z piłką) ustawionych naprzeciw siebie w odległości 3 metrów.
Przebieg	Jedną z piłek (cały czas tę samą) odbijają między sobą sposobem oburącz górnym, drugą podają między sobą.
Odmiany	Rzut oburącz sprzed klatki piersiowej. Rzut oburącz kozłem. Toczenie oburącz po ziemi. Toczenie z podaniem nogą po ziemi.

Stopnie trudności ćwiczenia

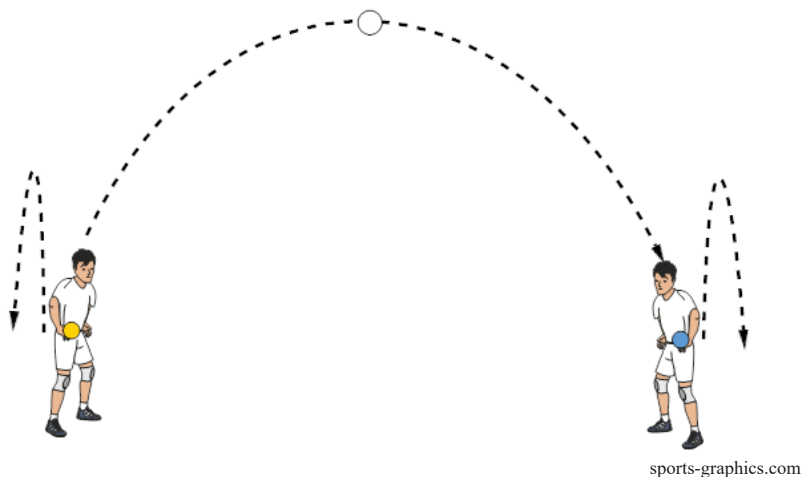
- | | |
|------------|---|
| 1 stopień | Zawodnicy wykonują piłką odbijaną jedno odbicie pośrednie nad sobą i następnie odbijają piłkę do partnera. Partner w tym czasie w odpowiednim momencie podaje drugą piłkę do odbijającego. Jedna piłka (cały czas ta sama) jest odbijana między partnerami, druga natomiast jest podawana. |
| 2 stopień | Jedną piłkę partnerzy odbijają na jedno odbicie (bez odbicia pośredniego nad sobą), drugą podają. |
| 3 stopień | Partnerzy mają piłkę siatkową i piłeczkę tenisową. Piłkę siatkową odbijają między sobą z jednym odbiciem pośrednim nad sobą, a piłeczkę tenisową podają do siebie dowolnym sposobem. |
| 4 stopień | Partnerzy mają piłkę siatkową i piłeczkę tenisową. Piłkę siatkową odbijają między sobą na jedno odbicie (bez odbicia pośredniego nad sobą), a piłeczkę tenisową podają do siebie dowolnym sposobem. |
| 5 stopień | Jeden z pary ma dwie piłki siatkowe, drugi – jedną. Jedną piłkę odbijają do siebie z odbiciem pośrednim nad sobą, w tym czasie partner w odpowiednim momencie podaje odbijającemu dwie piłki jednocześnie. Jedna piłka jest cały czas odbijana przez partnerów, a dwie jednocześnie podawane między partnerami. |
| 6 stopień | Ćwiczący odbijają piłkę na jedno odbicie (bez odbicia pośredniego nad sobą) i podają dwie piłki między sobą. |
| 7 stopień | Ćwiczący odbijają piłkę siatkową z jednym odbiciem pośrednim nad sobą, a podają dwie piłeczki tenisowe. |
| 8 stopień | Ćwiczący odbija piłkę siatkową na jedno odbicie (bez odbicia pośredniego nad sobą) do partnera, a partner podaje dwie piłeczki tenisowe. |
| 9 stopień | Ćwiczący odbijają piłkę siatkową z jednym odbiciem pośrednim nad sobą, a podają dwa różne przedmioty (np. piłeczkę tenisową i woreczek). |
| 10 stopień | Ćwiczący odbija piłkę siatkową na jedno odbicie (bez odbicia pośredniego nad sobą) do partnera, a partner podaje piłeczkę tenisową i woreczek. |
| Przybory | Piłki do siatkówki, piłeczki tenisowe, woreczki. |

Ćwiczenie 11.15



Organizacja	Dwaj zawodnicy ustawieni naprzeciw siebie w odległości 3 metrów.
Przebieg	Jeden z zawodników ma piłkę siatkową, drugi piłeczkę tenisową lub woreczek z piaskiem, lub dowolną piłkę.
Odmiany	Pierwszy odbija piłkę raz nad siebie i podaje do partnera, ten przed odbiciem piłki siatkowej podrzuca woreczek nad sobą i po odbiciu piłki siatkowej stara się go chwycić tak, aby nie upadł na podłogę. Po dziesięciu odbiciach następuje zamiana ról. Jak wyżej, lecz bez odbicia nad sobą.
Przybory	Piłki do siatkówki, woreczki lub piłeczki tenisowe, lub dowolne piłki.

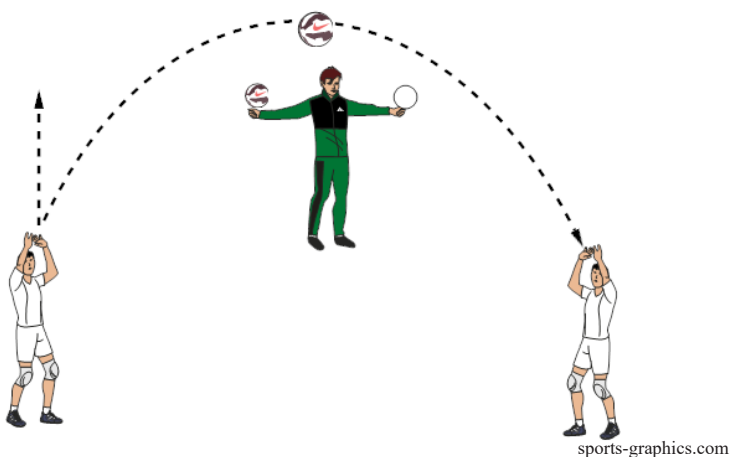
Ćwiczenie 11.16



- Organizacja** Dwaj zawodnicy ustawieni naprzeciw siebie w odległości 3 metrów.
- Przebieg** Obaj trzymają w ręku piłeczkę tenisową lub woreczek z piaskiem, lub dowolną piłkę. Dodatkowo jeden z nich ma piłkę siatkową. Piłkę siatkową odbijają między sobą na jedno odbicie. Tuż przed odbiciem podrzucają nad siebie trzymany przedmiot (piłeczka tenisowa, woreczek, piłka) i po odbiciu chwytają go tak, aby nie upadł na podłogę.
- Przybory** Piłki do siatkówki, woreczki lub piłeczki tenisowe, lub dowolne piłki.

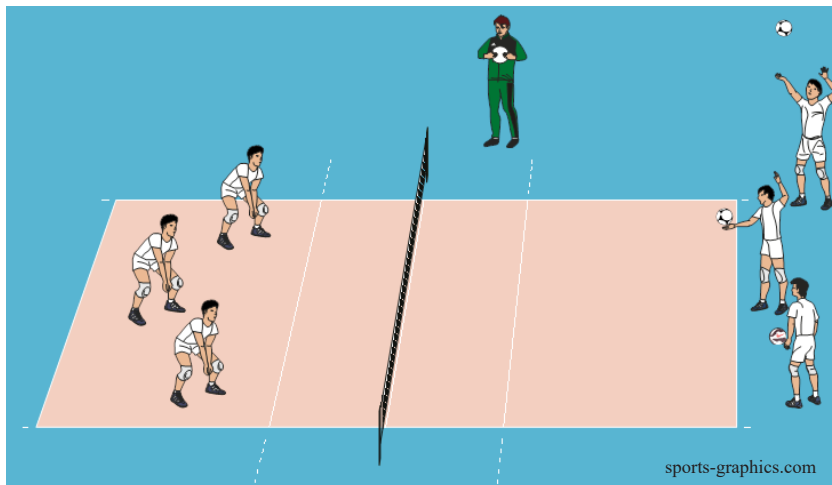
Uwaga wzrokowa. Ćwiczenia quiet eye

Ćwiczenie 11.17



Organizacja	Dwaj zawodnicy ustawieni naprzeciw siebie w odległości 3 metrów, pomiędzy nimi trener.
Przebieg	Zawodnicy wykonują odbicia piłką, na której umieszczono optotypy (np. kółka o różnej wielkości i kolorze, cyfry, litery itp.). Zawodnik utrzymuje wzrok na piłce, starając się odczytać zadany przez trenera optotyp. Jeśli zauważy go na piłce, wykonuje jedno odbicie pośrednie nad sobą, jeśli nie widzi zadanego optotypu, odbija bezpośrednio do partnera.
Przybory	Piłki do siatkówki, znaczniki lub tabliczki z kolorami albo numerami jako optotypy.

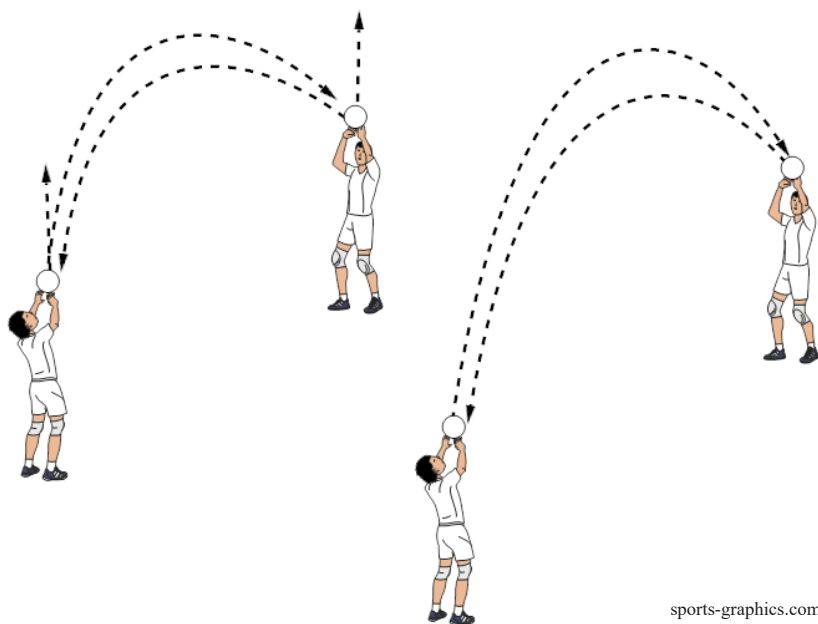
Ćwiczenie 11.18



- Organizacja** Dowolna liczba uczestników. Część zawodników ustawiona na boisku do siatkówki gotowa do odbioru piłki zagrywanej, część w polu zagrywki z piłkami przygotowana do wykonania zagrywki.
- Przebieg** Na piłkach są naklejono nalepki z cyframi w różnych kolorach. W ćwiczeniu doskonalącym technikę przyjęcia zagrywki trener stosuje instrukcję słowną kierowania uwagi wzrokowej na właściwe miejsce fiksacji podczas serwowania piłki (Vickers 2007):
- Podczas serwu zlokalizuj punkt podrzutu piłki i kontaktu ręki serwującego z piłką. Nie podążaj wzrokiem w górę za podrzucaną piłką.
 - W momencie uderzenia piłki kontynuuj śledzenie piłki wzrokiem przez całą pierwszą fazę lotu piłki.
 - Gdy piłka znajdzie się w odległości 2–3 metrów naprzeciw ciebie, utrzymuj stabilnie wzrok, oczekując na piłkę (stabilizacja oko–głowa).
 - Odczytaj numer lub kolor na piłce i głośno powiedz to partnerom w momencie przyjęcia.
- Przybory** Piłki do siatkówki z naklejonymi kolorowymi numerami, boisko do siatkówki z siatką.

Koordinacja wzrokowo-ruchowa

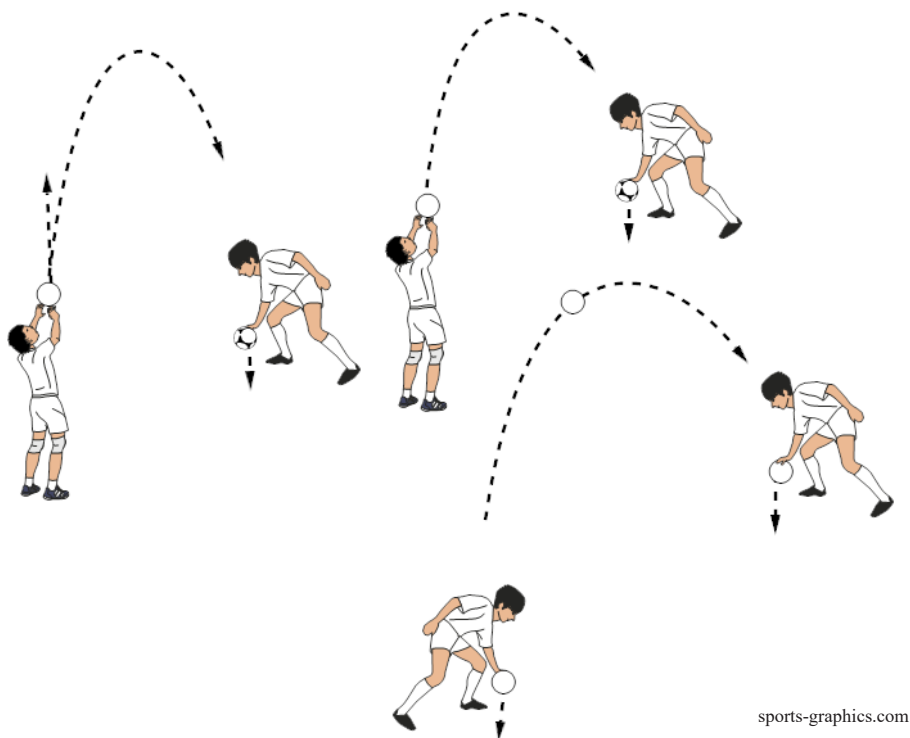
Ćwiczenie 11.19



sports-graphics.com

Organizacja	Dwóch zawodników (każdy z piłką) ustawionych naprzeciw siebie w odległości 3 metrów.
Przebieg	Dwaj zawodnicy odbijają do siebie naprzemiennie dwie piłki jednocześnie.
Odmiany	Zawodnicy wykonują jedno odbicie pośrednie nad sobą. Zawodnicy wykonują ćwiczenie na jedno odbicie, bez odbicia pośredniego nad sobą.
Przybory	Piłki do siatkówki.

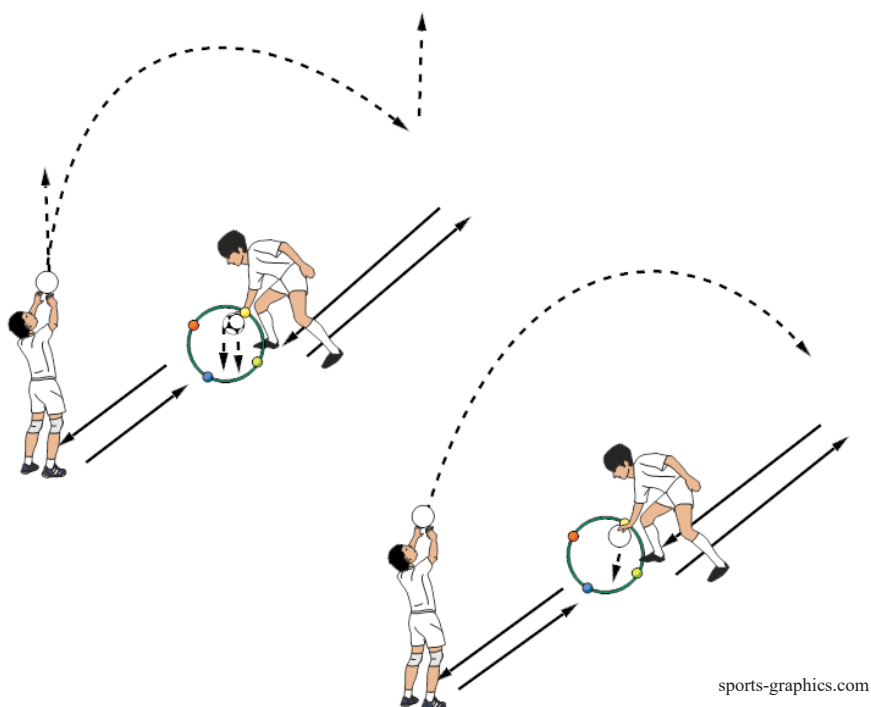
Ćwiczenie 11.20



sports-graphics.com

Organizacja	Dwóch zawodników (każdy z piłką) ustawionych naprzeciw siebie w odległości 3 metrów.
Przebieg	Ćwiczący odbijają jedną z piłek (cały czas tę samą) między sobą sposobem oburącz górnym, drugą jeden z zawodników kozłuje.
Odmiany	<p>Partner niekozlujący odbija piłkę raz nad sobą i odbija do kozłującego kolegi. Kolega w momencie odbicia przerywa kozłowanie i po odbiciu ponownie kozłuje piłkę.</p> <p>Partner niekozlujący odbija piłkę bez odbicia pośredniego do kozłującego kolegi. Kolega w momencie odbicia przerywa kozłowanie i po odbiciu ponownie kozłuje piłkę.</p> <p>Każdy kozłuje swoją piłkę, a trzecią odbijają między sobą.</p>
Przybory	Piłki do siatkówki.

Ćwiczenie 11.21



Organizacja	Partnerzy (każdy z piłką) stoją w odległości 3 metrów od siebie, pomiędzy nimi obręcz hula-hoop.
Przebieg	Ćwiczący odbijają jedną piłkę (cały czas tę samą) sposobem górnym oburącz, drugą kozłują naprzemiennie ciągle w tym samym miejscu – pośrodku między sobą w krążku.
Odmiany	Każdy wykonuje jedno odbicie pośrednie nad sobą i odbija do partnera na odległość 3 metrów. Partner A (w trakcie odbicia pośredniego partnera B) wykonuje dwa kozły drugą piłką 1,5 metra od partnera B (w obręczy) i szybko wycofuje się do tyłu, aby przyjąć piłkę odbitą przez partnera A. W tym czasie B dobiega do piłki będącej pośrodku między odbijającymi (w obręczy), również wykonuje dwa kozły i wycofuje się na poprzednie miejsce.

Jak wyżej, lecz wykonują po jednym koźle i odbijają piłkę na jedno odbicie, na tyle wysoko, aby zdążyć dobiec do środka i wykonać koziół.

Przybory Piłki do siatkówki, obręcz hula-hoop.

Piśmiennictwo

- Anzeneder C.P., Bosel R. (1998), *Modulation of the spatial extent of the attentional focus in high-level volleyball players*, European Journal of Cognitive Psychology, 10, 247–267.
- Liviotti G., Lobietti R., Fantozzi S., Merni F. (2007), *Reaction times in volleyball block: a biomechanical analysis*, www.sportkinetics2007.com.
- Schorer J., Rienhoff R., Fischer L., Baker J. (2013), *Foveal and peripheral fields of vision influences perceptual skill in anticipating opponents' attacking position in volleyball*, Applied Psychophysiology and Biofeedback, 38 (3), 185–192.
- Vickers J.N. (2007), *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*, Human Kinetics.



71-101 Szczecin, ul. Mickiewicza 66
tel. 91 444 20 06, tel./faks 91 444 21 52
e-mail: wydawnictwo@univ.szczecin.pl
www.wn.usz.edu.pl

ISBN 978-83-7972-825-1 (online)
ISBN 978-83-7972-081-1 (print)



9 788379 720811