

Zestaw dotyczący fizjologii zmysłów - nr artykułu: 1133068

[BAP_1133068.doc]

Instrukcja obsługi

[strona 6]

Doświadczenia

1. Zmysł dotyku

Niektóre obszary ludzkiego ciała są bardzo wrażliwe, to znaczy posiadają wyjątkowo dużo mechanoreceptorów. Na twarzy, a w szczególności wargach i języku, ale także na dłoniach, a zwłaszcza opuszkach palców znajduje się bardzo gęsta sieć receptorów czuciowych. Na przykład opuszki palców odbierają bodziec czuciowy już wtedy, gdy odkształcenie skóry wynosi kilka tysięcznych milimetra.

W innych miejscach naszego ciała znajduje się o wiele mniej takich receptorów czuciowych i dlatego wykazują one stosunkowo niski próg pobudliwości. Plecy i uda są wyposażone w znacznie mniej mechanoreceptorów. Dopiero gdy znaczna ilość receptorów czuciowych zlokalizowanych w tym obszarze zacznie przekazywać bodziec, mózg go zidentyfikuje i przetworzy. Natomiast wystarczy, że pobudzeniu ulegnie jeden receptor czuciowy na opuszku palca, a mózg już odbierze impuls i zacznie go przetwarzać. Przy czym czasowa rozdzielczość bodźców generowanych przez mechanoreceptory na opuszkach palców jest bardzo wysoka, czyniąc z dłoni precyzyjnie pracujące narzędzie.

Włókna nerwowe odpowiedzialne głównie za bodźce dotykowe mają swe zakończenia w konkretnych organach zmysłowych określanych mianem ciałek Meissnera i dysków Merkla. Występują one w szczególnie dużych skupiskach w opuszkach palców, na dłoniach i podszwach stóp oraz wargach. Chodzi w tym przypadku o receptory odpowiadające na bodźce dotykowe, reagujące na najdrobniejsze odkształcenia powierzchni skóry i wysyłające impulsy do mózgu.

Do badania mechanoreceptorów występujących w ludzkiej skórze używa się włosa czuciowego. Włos ów składa się z drewnianego pręcika zaopatrzonego na końcu w szczecinę z tworzywa sztucznego. Przy użyciu włosa można delikatnie uciskać skórę. W celu zbadania rozkładu mechanoreceptorów na dłoni łączy się uczniów w pary. Jeden uczeń naciska włosem czuciowym z jednakową siłą różne strefy zewnętrznej i wewnętrznej strony dłoni oraz palców. Osoba testowana ma zamknięte oczy i mówi swojemu partnerowi, czy i jak silnie czuje dotyk. Można przy tym zauważyć, że na dłoniach i palcach odczuwane są bardzo różne wrażenia dotykowe. Uczniowie dowiadują się, że na palcach, a szczególnie na ich opuszkach występuje duże skupisko mechanoreceptorów. Na opuszkach palców wyczuwa się nawet najdelikatniejszy dotyk. Natomiast na wierzchu dłoni mechanoreceptorów jest znacznie mniej, co sprawia, że w niektórych miejscach nie odbiera się wrażeń dotykowych lub wyczuwa się je bardzo słabo.

CONATEX-DIDACTIC Pomoce Naukowe Sp. z o.o. - ul. Powstańców Śląskich 103/1, 01-355 Warszawa
Dział Obsługi Klienta: tel.: 22 228 88 51, faks: 22 228 88 52

Internet: www.conatex.pl – e-mail: biuro@conatex.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone. Powielanie i rozpowszechnianie części lub całości tej publikacji bez wyraźnej pisemnej zgody Conatex-Didactic Pomoce Naukowe Sp. z o.o. jest zabronione.

[strona 7]

Ludzie słabowidzący lub niewidzący w szczególny sposób zdani są na swój zmysł dotyku. Używają wówczas zwłaszcza opuszków palców na przykład do odczytywania alfabetu Braille'a.

Koncentracja receptorów nacisku i receptorów bólowych na cm² skóry

	Receptory nacisku	Receptory bólowe
Twarz	50	184
Czubek nosa	100	44
Klatka piersiowa	29	196
Wewnętrzna strona przedramienia	15	203
Wierzch dłoni	14	188

Obecne w naszej skórze ciała Vatera-Paciniego czyli receptory nacisku nie są przedmiotem badania przy użyciu włosa czuciowego. Ciała te znajdują się bowiem w głębokich warstwach skóry i wysyłają informacje do mózgu dopiero po bardzo mocnym ściśnięciu tkanek.

2. Czucie temperatury**2.1 Receptory zimna i ciepła**

Do badania receptorów zimna i ciepła używa się sondy do badania czucia powierzchniowego, której końcówka jest wykonana z miedzi. Receptory zimna i ciepła to receptory w ludzkiej skórze rozmieszczone w naskórku i najwyższej warstwie skóry właściwej.

Płomieniem świecy ogrzewamy sondę i ostrożnie końcówką sondy dotykamy wierzchu dłoni. Zwykle poczujemy wyłącznie dotyk sondy. Tylko w kilku miejscach poczujemy również jej ciepło. W przypadku owych miejsc wrażliwych na ciepło chodzi o receptory ciepła na skórze. Te miejsca, w których odczuwamy ciepło, zaznaczamy czerwonym markerem.

Podczas kolejnego doświadczenia schładzamy sondę lodem i ponownie rozpoczynamy badanie. Również w tym przypadku uzyskamy podobny rezultat. Ponownie poczujemy dotyk sondy na skórze, ale tylko w określonych miejscach odczujemy również jej niską temperaturę. Punkty te to receptory zimna na skórze. Zaznaczamy je niebieskim markerem. Dzięki temu możemy rozróżnić receptory ciepła i zimna i określić ich rozkład na skórze dłoni.

[strona 8]

Porównując oznaczenia wykonane czerwonym i niebieskim markerem, stwierdzamy, że receptory ciepła znajdują się w innych miejscach na skórze niż receptory zimna. Doświadczenie pokazuje ponadto, że na skórze zaznaczyliśmy znacząco więcej receptorów zimna niż receptorów ciepła.

Powierzchnia skóry ludzkiego ciała posiada łącznie około 30 000 receptorów ciepła i około 250 000 receptorów zimna. Przeważająca część receptorów ciepła i zimna znajduje się na twarzy i korpuse, mniejsze skupiska tych receptorów występują na ramionach i nogach.

CONATEX-DIDACTIC Pomoce Naukowe Sp. z o.o. - ul. Powstańców Śląskich 103/1, 01-355 Warszawa
Dział Obsługi Klienta: tel.: 22 228 88 51, faks: 22 228 88 52

Internet: www.conatex.pl – e-mail: biuro@conatex.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone. Powielanie i rozpowszechnianie części lub całości tej publikacji bez wyraźnej pisemnej zgody Conatex-Didactic Pomoce Naukowe Sp. z o.o. jest zabronione.

Koncentracja receptorów ciepła i zimna na cm² skóry

	Receptory ciepła	Receptory zimna
Twarz	0,6	8
Czubek nosa	1,0	13
Klatka piersiowa	0,3	9
Wewnętrzna strona przedramienia	0,4	6
Wierzch dłoni	0,5	7

2.2 Czuć temperatury wody

Kolejne doświadczenie polega na użyciu ciepłej i zimnej wody do zbadania, w jaki sposób ludzkie dłonie odbierają bodźce czuciowe, polegające na zmianie temperatury. Za odczuwanie temperatury odpowiedzialne są receptory ciepła i zimna rozmieszczone w skórze ludzkiego ciała. To zadziwiające, że wodę o tej samej temperaturze raz określamy jako zimną, zaś kolejnym razem jako ciepłą lub cieplejszą. By zbadać to zjawisko, do dwóch naczyń wlewamy wodę o różnej temperaturze. Jedną rękę wkładamy do naczynia z zimną wodą, zaś drugą do naczynia z wodą ciepłą i opisujemy nasze wrażenia. Oczywiście zimną wodę opisujemy jako zimną, a ciepłą jako ciepłą. Jeśli jednak po upływie około minuty zanurzymy dłonie w innym naczyniu (przełożymy z wody ciepłej do zimnej i z zimnej do ciepłej), poczujemy, że ciepła woda jest dla nas znacznie cieplejsza, zaś zimna o wiele zimniejsza. Stwierdzić więc można, że nasze odczuwanie ciepła i zimna jest bardzo subiektywne, co zauważyć można niejednokrotnie również w codziennym życiu.

3. Rozróżnianie bodźców dotykowych działających w tym samym czasie w określonej odległości od siebie – doświadczenie z cyrkiem Webera**[strona 9]**

Do doświadczenia używa się cyrkla Webera. Należy otworzyć cyrkiel i oboma szpikulcami nakłuwać ostrożnie określone miejsca na dłoni (wierzch dłoni, wewnętrzną stronę dłoni, palce, opuszki palców...) oraz na ramieniu. Dotyk ma być bardzo krótki. W toku doświadczenia należy zmieniać odległość pomiędzy szpikulcami cyrkla, ale w jego początkowej fazie należy zastosować bardzo niewielką odległość, wynoszącą ok. 1 mm.

Podczas doświadczenia osoba testowana ma zamknięte oczy, po pierwsze dlatego, by nie mogła zobaczyć odległości pomiędzy szpikulcami cyrkla, po drugie zaś, by nie widziała również miejsca, w które dotykana jest dłoń, palce czy ramię.

By wzmocnić poziom koncentracji osoby testowanej w toku doświadczenia należy co jakiś czas nakłuwać powierzchnię jej skóry tylko jednym szpikulcem. Jeśli jednak dotykamy skóry dwoma szpikulcami, należy to czynić jednocześnie. Na zakończenie osoba testowana mówi, w którym miejscu czuła dotyk cyrkla i czy identyfikowała ów dotyk jako jedno ukłucie czy też jako dwa odrębne bodźce dotykowe.

Powstaje pytanie, jak daleko od siebie muszą być położone dotykane miejsca na skórze, by osoba testowana poczuła dwa odrębne bodźce dotykowe. Jeśli osoba

CONATEX-DIDACTIC Pomoce Naukowe Sp. z o.o. - ul. Powstańców Śląskich 103/1, 01-355 Warszawa
Dział Obsługi Klienta: tel.: 22 228 88 51, faks: 22 228 88 52

Internet: www.conatex.pl – e-mail: biuro@conatex.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone. Powielanie i rozpowszechnianie części lub całości tej publikacji bez wyraźnej pisemnej zgody Conatex-Didactic Pomoce Naukowe Sp. z o.o. jest zabronione.

testowana poczuje w trakcie testu dwa odrębne bodźce dotykowe, należy zmierzyć odległość pomiędzy szpikulcami cyrkla i zanotować w tabeli miejsce dotyku oraz ww. odległość.

Miejsce dotyku	Odległość szpikulców cyrkla w mm
Wierzch dłoni w pobliżu palców	
Środkowa część wierzchu dłoni	
Wierzch dłoni w pobliżu nadgarstka	
Wewnętrzna strona dłoni w pobliżu palców	
Środkowa część wewnętrznej strony dłoni	
Wewnętrzna strona dłoni w pobliżu nadgarstka	
Wewnętrzna strona palca od wewnętrznej strony dłoni (3 palec)	
...	
...	
...	
Zewnętrzna strona przedramienia tuż pod nadgarstkiem	
Zewnętrzna strona przedramienia w pobliżu stawu łokciowego	

[strona 10]

Nasuwa się kolejne pytanie, czy w wybranym miejscu, na przykład na wierzchu dłoni, na wewnętrznej powierzchni dłoni, palcach, przedramieniu itp. podwójny bodziec odczuwany przez testowaną osobę będzie tak samo odczuwany w trakcie przesuwania jednego ze szpikulców w różne strony. W tym celu na skórze zaznacza się markerem jeden punkt i jednym szpikulcem nakłuwają się dokładnie ten właśnie punkt. Jeśli testowana osoba poczuje dwa odrębne bodźce dotykowe, ponownie używa się cyrkla, dotykając jednym szpikulcem zaznaczonego punktu, drugim zaś innego punktu leżącego na średnicy wyznaczonej cyrklem. Czy testowana osoba znowu poczuje dwa bodźce dotykowe? Doświadczenie można powtórzyć w innych miejscach na skórze.

W kolejnej części doświadczenia należy ustawić szpikulce cyrkla w odległości około 2 cm. Następnie ustawiamy cyrkiel na poziomie nadgarstka i powoli, lekko naciskając, przesuwamy go w kierunku łokcia. Co czuje osoba testowana?

Doświadczenie można również przeprowadzić na innych partiach skóry.

Osoba testowana wyraźnie wyczuwa zmianę bodźców dotykowych, początkowo w pobliżu nadgarstka czuje dwa odrębne bodźce, które jednak wraz ze zbliżaniem się cyrkla do stawu łokciowego coraz bardziej się ze sobą zlewają. Choć odległość pomiędzy szpikulcami cyrkla pozostaje niezmienna w toku całego doświadczenia, testowana osoba odczuwa zbieganie się obu linii aż do chwili, gdy w jej odczuciu tworzą już tylko jedną linię. Bardzo trudno jest wyjaśnić powyższe zjawisko. Możliwe wyjaśnienie tkwi najprawdopodobniej w koncentracji i nagromadzeniu mechanoreceptorów. Jeśli leżą one bardzo blisko siebie, wówczas pobudzane są liczne receptory czuciowe i osoba testowana odczuwa dwa bodźce, ponieważ receptory leżące pomiędzy nimi nie wysyłają informacji do mózgu. Jeśli jednak mechanoreceptory leżą od siebie w znacznej odległości, a pomiędzy nimi nie ma

innych receptorów, osoba testowana odczuwa tylko jeden bodziec. Jest to widoczne zwłaszcza w przypadku twarzy. Jeśli dotknie się cyrkiem jednego policzka i będzie się go przesuwając po wargach do drugiego policzka, wrażenie dotykowe jest szczególnie silne w okolicy warg, osoba testowana czuje wówczas, jakby obie linie znacznie się od siebie oddalały.

[strona 11]

Doświadczenia

1. Złudzenia optyczne geometryczne

[strona 12]

1. Złudzenie Müllera-Lyera
2. Złudzenie Ficka
3. Złudzenie Ponza
4. Złudzenie Ebbinghousa

Powyższe 4 wzory są dostępne w zestawie jako przezroczyste karty z tworzywa sztucznego. Z uwagi na odpowiednią strukturę kart istnieje możliwość ich projekcji, a tym samym wykonywania zdumiewających doświadczeń.

1.1 Złudzenia optyczne jako projekcja na rzutniku

Na rzutniku po kolei układa się 4 karty i wyświetla uczniom tak przygotowaną projekcję. Zadaniem uczniów jest opisanie własnych obserwacji.

Karta 1: Złudzenie Müllera-Lyera

Osobie obserwującej wydaje się, że umiejscowiona po lewej stronie linia pionowa jest znacznie krótsza niż ta usytuowana po stronie prawej. Przykładając linijkę do wyświetlanego obrazu lub przezroczystą plastikową linijkę do powierzchni rzutnika można wykazać, że w rzeczywistości obie linie są jednakowej długości.

Karta 2: Złudzenie Ficka

Jeśli patrzymy na obie linie, pionową i poziomą, to linia pionowa wydaje się nam znacznie dłuższa niż pozioma. W rzeczywistości jednak obie linie mają identyczną długość. Także ten fakt można wykazać mierząc długość obu linii.

[strona 13]

Karta 3: Złudzenie Ponza

Podczas obserwacji wydaje się nam, że górna pozioma linia jest znacznie dłuższa od tej biegnącej u dołu. W rzeczywistości jednak obie linie są jednakowej długości, co można ponownie wykazać przy pomocy linijki.

Karta 4: Złudzenie Ebbinghousa

Środkowe okręgi wydają się mieć różną wielkość, przy czym wewnętrzny okrąg po lewej stronie jawi się nam jako większy od tego umiejscowionego po stronie prawej. Również w tym przypadku pomocne jest ich zmierzenie linijką.

Powyższe obserwacje pokazują, że nasz umysł ma swoje ograniczenia. Dostrzegamy coś, czego nie oczekiwaliśmy i dlatego nasz mózg popełnia błąd. Istnieje różnica

między powstaniem pobudzenia a jego przetworzeniem. Nasz mózg wiele rzeczy porównuje z doświadczeniami z codziennego życia. Często mózg ulega owym złudzeniom i dopiero dzięki temu, że skupimy na nich swoją uwagę, można je dostrzec w sposób świadomy. Na bazie tego doświadczenia uczymy się, że wielu rzeczy w życiu wcale nie widzimy takimi, jakimi są naprawdę, lecz takimi, jakimi postrzegają je nasze narządy zmysłów, jakimi prezentują je one naszemu mózgowi i jakimi są one po przetworzeniu w naszym umyśle.

1.2 Złudzenia dotykowe

Uwaga:

By móc efektywnie przeprowadzić doświadczenie z kartami dotyczące złudzenia dotykowego, konieczne jest, by osoba testowana nie widziała 4 kart przed rozpoczęciem doświadczenia ani nie znała owych złudzeń.

Również zmysł dotyku ulega złudzeniom. Gdy osoba testowana dotyka wypukłej struktury kart z zawiązanymi oczyma, dostrzega na nich rzekome różnice. Po dokładnym zbadaniu kart dotykiem osoba testowana zdejmuje opaskę z oczu i przypatruje się kartom. Znajduje na nich optyczne potwierdzenie wrażeń dotykowych. Dopiero po dokładnym wymierzeniu linijką linii i okręgów dostrzega niedoskonałość ludzkich narządów zmysłu. Powyższe stanowi dowód, że wszystkie narządy zmysłów popełniają podobne błędy w postrzeganiu zjawisk.

1.3 Obrazy dotyczące złudzeń optycznych

1. Moja żona i moja teściowa
2. Siatka Hermanna

[strona 14]

3. Kielich Rubina
4. Złudzenie Heringa
5. Kontrast równoczesny

[strona 15]

Obserwując powyższych 5 obrazów, wyraźnie widzimy, czym są złudzenia optyczne.

Obraz 1

Na obrazie widzimy albo starą kobietę, albo młodą, piękną dziewczynę. Bardzo często widzimy wyłącznie jedną z powyższych postaci. Jedna osoba zawsze dostrzega tylko starą kobietę, druga w ogóle nie widzi staruszki, a dostrzega wyłącznie młodą dziewczynę. Dopiero po bezpośredniej sugestii mówiącej, jak można dostrzec obie postaci, osoba obserwująca będzie ewentualnie w stanie je zobaczyć.

Obraz 2

Siatka Hermanna jest dobrym przykładem złudzenia powodowanego fizjologią układu wzrokowego. W trakcie obserwacji na skrzyżowaniach białych pasów wyraźnie widoczne są małe szare czworokąty, które w rzeczywistości nie istnieją.

Obraz 3

Sztandarowy przykład złudzenia optycznego stanowi kielich Rubina. W trakcie obserwacji bardzo wyraźnie widzimy czarny kielich. Jeśli jednak skoncentrujemy się na obu białych elementach, zauważymy kontury dwóch zwróconych ku sobie twarzy, czego dowodem są poniższe obrazy.

[strona 16]

Obraz 4

W przypadku złudzenia Heringa przecięcie kwadratu łukami kilku okręgów (A) lub kilkoma liniami wpisanymi w siebie okręgów (B) sprawia, że boki kwadratu jawią się nam jako wygięte. Powstaje rzekomo zdeformowany kwadrat.

Obraz 5

Wszystkie cztery wewnętrzne pola o tej samej wielkości mają identyczny odcień szarości. Mimo to, patrząc z lewa na prawo, wydają się coraz jaśniejsze, ponieważ ich tło jest coraz ciemniejsze. Różne kontrasty sprawiają, że mózg wyciąga błędne wnioski. Nakładając szablon, który odsłania wyłącznie wewnętrzne kwadraty, przekonujemy się, że odcienie szarości wewnętrznych pól są w rzeczywistości identyczne.

2. Dowód na istnienie „plamki ślepej” w oku

W doświadczeniu wykorzystuje się kartę z kółkiem, krzyżykiem i trójkątem.

Testowana osoba zamyka jedno oko, na przykład lewe, i wyciągając ramię do przodu, trzyma kartę przed otwartym okiem tak, by kółko znajdowało się w pozycji równoległej do oka. Patrzy na kółko nie odrywając od niego wzroku. Następnie zaczyna przysuwać kartę bliżej w stronę twarzy. Należy zanotować poczynione obserwacje i zanalizować je w późniejszym toku lekcji.

Wynik:

[strona 17]

Początkowo osoba testowana widzi kółko, a po jego prawej stronie krzyżyk oraz trójkąt. Ważne, by przez cały czas koncentrowała wzrok na kółku. Gdy będzie powoli przysuwać kartę do oka, w odległości ok. 55 cm zaobserwuje, że nagle znika skrajnie położony trójkąt i widoczne są już tylko kółko i krzyżyk. Gdy nadal będzie zbliżać kartę do twarzy, w odległości ok. 40 cm znikną zarówno krzyżyk jak również trójkąt. Widzieć będzie już tylko kółko, na którym skupia wzrok. W odległości ok. 30 cm od twarzy ponownie pojawi się trójkąt, a po nim także krzyżyk.

Doświadczenie stanowi dowód na istnienie w oku „plamki ślepej”. Możliwe jest odwzorowanie na „plamce ślepej” obiektu, który przestaje być widoczny. Ponieważ obok „plamki ślepej” znajdują się fotoreceptory, przyjmują one bodźce i wysyłają impulsy nerwowe do mózgu, który składa obraz w całość. Podczas codziennego widzenia „plamka ślepa” nie ma znaczenia, bowiem mózgu jest w stanie skompensować ów deficyt, automatycznie uzupełniając w tym miejscu obraz.

3. Obserwacja zmian rozwarcia źrenicy

Do przeprowadzenia doświadczenia „Zmiana rozwarcia źrenicy” wykorzystuje się okulary dołączone do zestawu. Należy otworzyć osłonki znajdujące się przed szklami okularów i wykręcić oba wewnętrzne pierścienie. Na prawy okular należy nałożyć przesłonę z otworem, mocując ją pierścieniem. Lewy okular pozostaje bez nakładki (w toku doświadczenia należy odpowiednio zabezpieczyć pierścień z lewego okularu przed zagubieniem!).

By przystąpić do realizacji doświadczenia, na stole położyć należy arkusz białego papieru. Osoba testowana zakrywa dłonią lewy okular bez nakładki i przez ok. 20 sekund patrzy na biały papier. Dzieli się swoimi obserwacjami.

Po 20 sekundach odsuwa dłoń od okularu i ponownie obserwuje, co pojawia się teraz przed jej oczami. Należy kilkakrotnie powtórzyć ten proces w celu zweryfikowania wyników obserwacji. Następnie należy zanotować obserwacje.

Kolejne doświadczenie polega na narysowaniu na papierze dwóch kresek, jednej o długości 2,4 cm, a pod nią kolejnej o długości 1,6 cm. Kreski należy umiejscowić w poniższy sposób:

[strona 18]

Następnie osoba testowana nakłada okulary, zasłania lewy okular i obserwuje kreski z odległości ok. 16 cm. Potem odsłania lewy okular, nie zmieniając odległości, z jakiej patrzy na kreski. Co zaobserwuje?

Wyniki doświadczeń:

W pierwszym doświadczeniu testowana osoba widzi okrągłą, lecz nieostrą jasną plamę. Gdy lewy okular jest zasłonięty, jasna plama jest nieco większa, po jego odsłonięciu nadal widoczna plama zmniejsza się. Ponieważ testowana osoba nie zawsze zaobserwuje ów proces przy jednokrotnym przeprowadzeniu doświadczenia, należy je kilkakrotnie powtórzyć.

Obserwuje się źrenicę, która odbija się na jasnym tle. Lekarze wykorzystują ów odruch źreniczny, by wykluczyć zgon u nieprzytomnego pacjenta, u którego nie można stwierdzić oznak życia (np. oddechu, pulsu).

Jeśli zaobserwowano, że źrenica zmienia swą wielkość przy odsłoniętym i zasłoniętym lewym okularze, można linijką zmierzyć zmianę wielkości. Źrenica zmienia swe rozszerzenie w zależności od rosnącego lub malejącego strumienia padającego na nią światła. W przypadku dużej ilości światła rozszerzenie jest niewielkie, zaś w przypadku małej ilości światła duże.

Jak powstaje ów punkt na siatkówce, który można zaobserwować jako jasne, nieostre koło na białym tle?

W przypadku zdrowego, nieuzbrojonego oka obraz na siatkówce odbija się w postaci ostro zarysowanego punktu. Obraz widzimy wyraźnie i ostro. Z uwagi na zbliżanie głowy do białego papieru i obserwację prowadzoną przez przesłonę z otworem zmienia się tor wiązki światła i dlatego obraz nie dociera do siatkówki w postaci ostro zarysowanego punktu. Zamiast punktu na siatkówce powstaje tarcza, którą można zaobserwować na białym papierze. Jeśli do oka dociera mniej światła, tarcza staje się większa, zaś jeśli dociera go więcej, mniejsza, ponieważ źrenica zmienia swą średnicę. Rodzi się pytanie, dlaczego źrenica zmienia swą wielkość, mimo że przed

okiem nadal stale znajduje się przesłona z otworem o identycznej wielkości. Dzieje się tak dlatego, że nasze oczy „są ze sobą powiązane”. Jeśli więc w jednym oku na siatkówkę pada więcej światła, źrenice w obu oczach zmniejszają się. Dotyczy to również sytuacji odwrotnej. Obie źrenice zdrowego człowieka wykazują zawsze identyczne rozwarście. Z tego właśnie zjawiska korzysta niniejsze doświadczenie.

[strona 19]

Cieńsza linia ukazuje obraz odbijany na siatkówce w postaci ostro zarysowanego punktu, grubsza linia nieostro odbite na siatkówce rozwarście źrenicy wywołane użyciem przesłony z otworem.

4. Widzenie barwne i zmiany barw zachodzące w oku

W celu przeprowadzenia doświadczenia należy w jednym okularze umieścić czerwoną tarczę, zaś drugim tarczę niebieską w sposób opisany w doświadczeniu 3. Na arkuszu białego, gładkiego papieru należy ołówkiem nanieść dobrze widoczne oznaczenie. Następnie należy nałożyć okulary i mrugając obserwować oznaczenie. W jakim kolorze widzimy biały papier w otoczeniu oznaczenia?

Następnie przez dłuższy czas, nie mrugając, należy obserwować oznaczenie i zwrócić uwagę na kolor arkusza papieru.

W toku kolejnego doświadczenia zakrywamy dłonią najpierw jeden, potem drugi okular i obserwujemy otoczenie oznaczenia na papierze. Co widzimy? Osoba testowana powinna mieć nałożone okulary przez przynajmniej 5 minut, by przyzwyczać oko do obu kolorów.

Następnie należy zamknąć oczy i zdjąć okulary. Należy przysłonić oczy dłońmi, nie dopuszczając do nich światła. Następnie należy otworzyć oczy, trzymając przed nimi dłonie i na krótko odsunąć dłoń od jednego oka. Testowana osoba ma spojrzeć na arkusz papieru, następnie szybko ponownie przysłonić oko dłonią i powiedzieć, w jakim kolorze widzi arkusz białego papieru.

Tak samo należy postąpić z drugim okiem. Również w tym przypadku należy opisać kolor, w jakim widzi się arkusz. Co zaobserwowano? Jaka przesłona znajdowała się wówczas przed okiem?

Obserwacje:**[strona 20]**

Początkowo widzimy, że papier nie ukazuje się, jak ewentualnie moglibyśmy przypuszczać, w kolorze, który jest mieszanką niebieskiego i czerwonego, lecz jest albo czerwony albo niebieski. Jest to spowodowane tym, że oczy rozpoczynają ze sobą swego rodzaju rywalizację. Mózg składa obraz tylko w jednym kolorze, a konkretna barwa zależy po prostu od tego, który bodziec jest silniejszy. Wykluczona jest więc sytuacja, w której jedno oko widzi kolor niebieski, a drugie jednocześnie kolor czerwony.

Jeśli przez dłuższy czas będziemy obserwować arkusz papieru, zauważymy, że oba kolory będą się zmieniać w konkretnych odstępach czasowych. Obraz będzie przez pewien czas czerwony, a potem nagle niebieski. Możliwe jest zmierzenie owego czasu, jakiego potrzebuje oko, by przestawić się z jednego koloru na drugi. Czas ten

jest osobniczo bardzo zmienny. Zmiana koloru może po określonym czasie obserwacji stać się niezwykle regularna. Doświadczenie to powiedzie się jednak wyłącznie wówczas, gdy testowana osoba skoncentruje się na oznaczeniu i nie będzie mrugać. Po kilku minutach przestaniemy obserwować zmianę kolorów. Doświadczenie można zakończyć, spoglądając na źródło światła lub na jasne światło dzienne. Jeśli ponownie wykonamy poprzednie, opisane powyżej kroki, zmiana kolorów rozpocznie się na nowo.

Jeśli, mając zamknięte oczy, zdejmujemy okulary i krótko spojrzymy jednym okiem na arkusz białego papieru, zaobserwujemy rzecz zdumiewającą. Oko, które przez przynajmniej 5 minut patrzyło przez czerwony okular, zobaczy papier w kolorze niebiesko-zielonym, zaś oko, które patrzyło przez okular niebieski, zobaczy papier w kolorze pomarańczowo-czerwonym. Zjawisko to nosi również nazwę kontrastu następczego lub powidoku. W ciągu 60 sekund wrażenie to jednak zanika i ponownie widzimy kolory w „tradycyjny” sposób.

Zjawisko to ma ogromne znaczenie dla naszej percepcji kolorów. Widmo optyczne światła zmienia się w zależności od pory dnia, zachmurzenia i geograficznego położenia danego miejsca. W przypadku bezchmurnego nieba odsetek krótkich fal w świetle słonecznym wzrasta od godzin porannych do południowych, a następnie maleje. Tym samym światło słoneczne wykazuje w południe najwyższy odsetek fal krótkich. Jeśli nie istniałoby zjawisko kontrastu następczego, kolory ulegałyby wyraźnej zmianie w ciągu dnia. Rankiem odsetek koloru czerwonego byłby znacznie wyższy, zaś w południe znacznie zwiększałyby się odsetek barw niebieskawych. Biały papier miałby wówczas rankiem znacząco wyższe zabarwienie czerwone, a w południe znacząco wyższe zabarwienie niebieskawe. Rankiem z uwagi na wyższy odsetek koloru czerwonego słabnie wrażliwość ludzkiego oka na kolor czerwony, a w południe z uwagi na wyższy odsetek koloru niebieskawego na kolor niebieski. Dzięki temu przez cały dzień widzimy obiekty w tych samych kolorach, choć światło przez niego odbijane nie jest identyczne przez całą dobę.

5. Migotanie indukowane poruszającym się wzorem

[strona 21]

Do tego doświadczenia potrzebny jest silnik z regulowanym napędem, umożliwiającym ruch w przód i wstecz. Silnik należy zamocować na statywie, zdjęć nakrętkę radełkowaną z osi silnika i nałożyć tarczę z wzorem A. Następnie ponownie nakręcić nakrętkę radełkowaną.

Przekręcając potencjometr silnika w lewo, należy wprawić w ruch tarczę z wzorem. Początkowo ruch odbywa się zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Uczniowie obserwują obracającą się tarczę z odległości 1-2 m. Początkowo tarcza powinna obracać się powoli, następnie należy stopniowo zwiększać prędkość tarczy do poziomu średnio szybkiego. Specjalne oświetlenie tarczy podczas tego doświadczenia nie jest konieczne, a nawet nie jest zalecane, wystarczy normalne światło dzienne. Sztuczne światło, w szczególności tarcza oświetlana lampą jarzeniową, może wywołać u obserwujących dodatkowe efekty (np. efekt stroboskopowy).

Co obserwujemy?

Zmieniamy kierunek obrotu na odwrotny do ruchu wskazówek zegara, uruchamiając mały przełącznik dźwigniowy obok potencjometru. Również w tym przypadku stopniowo zwiększamy prędkość z wolnej do średnio szybkiej.

Co obserwujemy?

Powtarzamy doświadczenie z tarczą B. także w tym przypadku zwiększamy prędkość i zmieniamy kierunek biegu tarczy.

Co obserwujemy?

Obserwacje:

Używając tarczy z wzorem A wyraźniej zaobserwujemy zjawiska barwne niż w przypadku użycia tarczy z wzorem B. W przypadku obu tarcz wraz z rosnącą prędkością rozmyciu ulegnie czarny segment. Dostrzeżemy 9 lub 12 pierścieni, które wraz z rosnącą prędkością coraz bardziej przechodzą w odcień szarości. W przypadku tarczy z wzorem A wraz z rosnącą prędkością zauważymy pewną zmianę koloru poszczególnych pierścieni.

[strona 22]

Gdy tarcza poruszać się będzie zgodnie z ruchem wskazówek zegara, zaobserwujemy, że trzy zewnętrzne pierścienie zabarwiają się na kolor ciemno fioletowy. Trzy znajdujące się pod nimi pierścienie wydają się bladoniebieskie, a trzy wewnętrzne zielono-brązowe.

Gdy zmienimy kierunek biegu tarczy (przesuwając przełącznik obok potencjometru), zaobserwujemy, że odwróceniu ulegnie kolejność kolorów koncentrycznych pierścieni. Trzy zewnętrzne pierścienie wydają się teraz zielono-brązowe, trzy znajdujące się pod nimi bladoniebieskie, a trzy wewnętrzne ciemno fioletowe.

Uwaga: Nie każdy obserwator będzie widział kolory w opisany powyżej sposób, może to zależeć od prędkości obrotowej tarczy z wzorem i indywidualnej percepcji każdej osoby!

Jeśli będziemy stopniowo zwiększać prędkość obrotową tarczy, zaobserwujemy, że postrzegane barwy coraz bardziej blakną, by przyjąć wreszcie jednorodną barwę szarą. Nadal nie dostrzegamy jednak w ogóle czarnych segmentów na tarczach z wzorem.

Także w przypadku tarczy z wzorem B możemy przy odpowiedniej prędkości obrotowej dostrzec kolory, które jednak wykazują znacząco mniejszą intensywność niż w przypadku tarczy z wzorem A. Na tej tarczy dominować będą odcienie niebieskie i szaro-zielone.

Jeśli oświetlimy tarczę lampami jarzeniowymi, jak zasugerowano w opisie powyżej, mogą pojawić się dodatkowe efekty, wywołane prądem zmiennym, którym zasilane są owe lampy. Światło staje się okresowo jasne i ciemne, czego w normalnym przypadku nie zauważamy z uwagi na szybkie następowanie po sobie owych faz. Z uwagi na rotację tarcz z wzorem może jednak zdarzyć się, że następowanie po sobie koloru czarnego i białego na tarczy nie będzie się pokrywało z następowaniem po sobie ciemnej i jasnej fazy światła i wówczas dostrzeżemy owo zjawisko (efekt stroboskopowy).

Doświadczenie służące wyjaśnieniu zjawiska migotania:

W naszym oku na siatkówce znajdują się receptory (czopki i pręciki). Czopki umożliwiają widzenie kolorów, pręciki widzenie czarno-białe. Na tarczach nie ma jednak kolorowych linii, a jedynie czarno-białe wzory. Dzięki temu pobudzeniu ulegają więc wyłącznie czopki. Dzięki obracaniu się tarcz z wzorami czopki raz otrzymują więcej, a raz mniej światła. Jest to uwarunkowane liniami znajdującymi się na tarczach. Taką informację czopki przekazują traktem nerwowym do mózgu. Z uwagi na różne rozmieszczenie potrójnych linii na tarczach owe impulsy nerwowe docierają do mózgu z przesunięciem, to znaczy bieg bodźca (przesunięcie fazowe) jest różny. Nie wszystkie czopki przez cały czas dostrzegają identyczne wzory, to znaczy do mózgu przekazywana jest wyłącznie informacja o różnicach stwierdzanych w sąsiadujących miejscach siatkówki. Owe różne efekty fizjologiczne prawdopodobnie wyzwalają w mózgu określone wrażenia barwne, które są potem rzekomo dostrzegane na tarczy z wzorem.

[strona 23]

Jeśli sfotografowalibyśmy obracającą się tarczę, dostrzegliśmy na zdjęciu wyłącznie szare linie. W literaturze zjawiska te są opisywane także jako kolory Fechnera czy dysk Benhama.

6. Efekt następczy ruchu

Do tego doświadczenia potrzebny jest silnik z regulowanym napędem, umożliwiającym ruch w przód i wstecz. Silnik należy zamocować na statywie. Tarczę z wzorem C należy połączyć z silnikiem, zdejmując nakrętkę radełkowaną i nakładając tarczę z wzorem C na wał silnika. Następnie ponownie nakręcić nakrętkę radełkowaną.

Wprawić tarczę w wzorem C w powolny ruch obrotowy. Początkowo tarczę należy obracać w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara. Uczniowie obserwują obracającą się tarczę z odległości około 1-2 m. Obserwując poruszającą się tarczę, mamy wrażenie, że następuje pozorny ruch na zewnątrz (powiększanie).

Tarcza z wzorem nie powinna poruszać się zbyt szybko. Nauczyciel instruuje uczniów, by koncentrowali się na środkowym punkcie obracającej się tarczy. Uczniowie mają obserwować tarczę minimum 30-40 sekund bez odwracania wzroku. Im dłuższy czas obserwacji, tym lepszy wynik doświadczenia!

Po upływie powyższego czasu można spojrzeć w okno, na twarz innej osoby, na otwarty podręcznik lub na zatrzymaną tarczę. Co obserwujemy?

Gdy zmienimy kierunek obrotu tarczy, nasza percepcja zmieni się w taki sposób, że wydawać się nam będzie, iż dostrzegamy pozorny ruch do wewnątrz (zmniejszanie). Nauczyciel ponownie instruuje uczniów, by przez ok. 30-40 sekund obserwowali tarczę, a następnie spojrzeli w okno, na twarz innej osoby, na otwarty podręcznik lub na zatrzymaną tarczę.

Co zaobserwujemy tym razem?

[strona 24]

Następnie przeprowadzamy analogiczne doświadczenie, używając jednego oka, drugie zaś zasłaniając na przykład dłonią. Czy zmienia to coś w naszej obserwacji?

Co się stanie, gdy otworzymy zakryte oko po okresie adaptacji do obserwowania przedmiotu, a zamkniemy oko, które obserwowało obracającą się tarczę?

Uwaga: Ponieważ czas adaptacji bardzo szybko upływa, należy po każdej obserwacji ponownie przez ok. 30-40 sekund spoglądać na obracającą się tarczę!

Obserwacje:

Niezależnie od tego, gdzie skierujemy wzrok po okresie adaptacji, zawsze zaobserwujemy następujące zjawiska.

W zależności od kierunku obrotu tarczy z wzorem po spojrzeniu w okno obraz wydaje się na przykład zmniejszać lub zwiększać. Jeśli spojrzymy komuś w twarz, najlepiej na czubek nosa, mamy wrażenie, że twarz się kurczy lub powiększa. To, co widzimy, stanowi odwrotność bodźca, który wywierał na nasze oko ruch w czasie adaptacji.

Szczególnie wyraźny jest ów tak zwany efekt następczy, gdy zatrzymamy tarczę i na nią spojrzymy. Mamy wówczas wrażenie, że tarcza się zmniejsza lub zwiększa.

Z pewnością niektórzy uczniowie będą mieli w trakcie obserwacji obracającej się tarczy wrażenie, którym podzielił się z grupą, że tarcza albo się od nich oddala albo przy zmienionym kierunku obrotu ku nim przybliżyła. Efekt ten ulega znacznemu wzmocnieniu, gdy obserwujemy obracającą się tarczę tylko jednym okiem.

Jeśli po obserwacji obracającej się tarczy zamkniemy oczy, nie dostrzeżemy efektu następczego. Dopiero gdy ponownie otworzymy oczy, pojawia się ów opisany wyżej efekt. Przy czym nie ma znaczenia, jak długo oczy były zamknięte. W tym przypadku nie wystarczy jednak wstępnie obserwować obracającą się tarczę tylko przez 30-40 sekund. Jeśli chcemy przeprowadzić to doświadczenie, uczniowie muszą skoncentrować wzrok na obracającej się tarczy przez kilka minut.

Jeśli patrzymy na obracającą się tarczę tylko jednym okiem, a następnie obserwujemy jakiś przedmiot drugim okiem, opisywany powyżej efekt również wystąpi, mimo że to oko nie obserwowało wcześniej obracającej się tarczy.

[strona 25]

Efekty następcze pojawiają się, gdy nasz układ wizualny w mózgu ulega „przestawieniu”. Komórki nerwowe w oku zawsze mają za zadanie dostrzec, czy i jak zmienia się położenie przedmiotu. Jeśli przedmiot zawsze porusza się w jednym kierunku (tak jak na przykład obracająca się tarcza z wzorem) komórki nerwowe przekazują tę informację do mózgu. Mózg analizuje ów ruch w przypadku nieprzerwanej informacji coraz wolniej, to znaczy posługując się językiem matematycznym moglibyśmy powiedzieć, że mózg przesuwając punkt zerowy w przeciwnym kierunku. Z uwagi na owo „przesunięcie” punktu zerowego po zakończeniu przekazywania informacji (po upływie czasu adaptacji) wszystkie obserwowane przedmioty muszą zostać ponownie „cofnięte” w przeciwnym kierunku, aż do nastawienia się systemu w mózgu na nowy „punkt zerowy”. Owe „przesunięcia punktów zerowych” są dla nas widoczne w postaci efektów następczych ruchu.

W przypadku efektów następczych możliwych jest więc kilka interpretacji:

- a) Jeśli przedmiot zbliża się do obserwującego, staje się większy; w konsekwencji jako efekt następczy widzimy pozorne oddalenie się przedmiotu.
Jeśli jednak przedmiot oddala się od obserwującego, staje się mniejszy; w konsekwencji jako efekt następczy widzimy pozorne zbliżanie się przedmiotu w kierunku obserwującego. Z tego wynika, że efekt następczy zawsze polega na pozornym ruchu w przeciwnym kierunku.
- b) W przypadku zamkniętych oczu mózg nie uzyskuje żadnej informacji o obrazie. Z tego względu „przesunięcie punktu zerowego” w odwrotnym kierunku (efekt następczy) może pojawić się dopiero wtedy, gdy mózg ponownie zacznie otrzymywać informacje o obrazie.
- c) Za powstawanie efektu następczego odpowiedzialne są komórki nerwowe w mózgu, które znajdują się za miejscem, w którym łączą się oba nerwy wzrokowe. Tłumaczy to również fakt, że możemy obserwować efekt następczy także wtedy, gdy obserwujemy przedmiot tylko jednym okiem.

[strona 26]

7. Okulary odwracające jako dowód na odwracanie obrazu w ludzkim mózgu

[strona 28]

Doświadczenia

Okulary odwracające to precyzyjne narzędzie wyposażone w wysokojakościowe pryzmaty, których mogą używać także osoby noszące okulary korekcyjne. Okularów odwracających można używać

- Do obserwacji toru przebiegu wiązki światła w naszym oku
- Do doświadczeń polegających na przykład na rysowaniu domu lub drzewa, ale także na nalewaniu kolorowych cieczy do naczynia itp.

Należy zwrócić uwagę na stabilne osadzenie pryzmatów w oprawce. W tym celu należy małym śrubokrętem ostrożnie dokręcić pierścienie z gwintem umieszczone za płytkami pryzm, służące do ich zamocowania. Należy umieścić śrubokręt w jednej z czterech wypustek i ostrożnie dokręcić pierścieni.

Osoby nakładającej okulary nie można pozostawiać bez stałego nadzoru, ponieważ istnieje ryzyko jej upadku.

U osoby testowanej mogą wystąpić zawroty głowy lub nudności, należy wówczas natychmiast zdjąć okulary.

[strona 29]

Pryzmaty i okulary można czyścić wyłącznie miękką ściereczką, ewentualnie używając wody. **Nigdy nie czyścić pryzmatów i okularów rozpuszczalnikami!**

Co dzieje się w przypadku nałożenia okularów?

Okulary odwracają obraz do góry nogami zanim dotrze on do rogówki, która rzuca strumień światła normalnie wpadający do oka na siatkówkę jako obraz nieodwrócony.

Mózg przetwarza informację, którą otrzymuje od nerwu wzrokowego tak, jak zwykł to czynić. Odwraca obraz. Dlatego testowana osoba widzi obraz do góry nogami. Jeśli nosilibyśmy okulary przez kilka dni bez przerwy, wówczas mózg dostosowałby się po

CONATEX-DIDACTIC Pomoce Naukowe Sp. z o.o. - ul. Powstańców Śląskich 103/1, 01-355 Warszawa
Dział Obsługi Klienta: tel.: 22 228 88 51, faks: 22 228 88 52

Internet: www.conatex.pl – e-mail: biuro@conatex.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone. Powielanie i rozpowszechnianie części lub całości tej publikacji bez wyraźnej pisemnej zgody Conatex-Didactic Pomoce Naukowe Sp. z o.o. jest zabronione.

upływie czasu adaptacyjnego do nowych informacji, bowiem przez wiele lat nauczyliśmy się, że obraz w formie, w jakiej jest widziany, nie odpowiada realiom. Wspomagają go w tym mechanoreceptory skóry, zmysł równowagi i inne wrażenia zmysłowe. Nagle ponownie widzielibyśmy obraz normalnie, gdyż mózg porównałoby ze sobą wszystkie docierające do niego informacje i usunął rzekomy „błąd”.

Przy dłuższym noszeniu okularów człowiek odczuwa mniejsze lub większe nudności, przy poruszaniu głową wszystko wokół zdaje się wirować.

Z każdym dniem trwania eksperymentu mózg coraz bardziej dostosowuje się do nowych warunków. Po 5-6 dniach mózg przestawi się na tyle, że widziane obrazy przy odpowiedniej koncentracji będą postrzegane jako nieodwrócone, choć nic nie zmieniło się w odbiciu pobieranego obrazu na siatkówce. Jasnym staje się więc, że „odwrócony obraz na siatkówce nie jest konieczny dla normalnego widzenia” (Stratton). Mózg jest w stanie na bazie odwróconego obrazu stworzyć harmonijne połączenie tego, co widzimy z tym, co odczuwamy.

Nie można jednak ulec złudzeniu, że każda testowana osoba będzie w stanie w okularach odwracających trwale widzieć normalny obraz. Owo wrażenie często można osiągnąć wyłącznie krótkotrwale, a czasami również tylko wówczas, gdy osoba bardzo mocno się skoncentruje. Tak więc, czy postrzegamy przedmioty z naszego otoczenia jako odwrócone czy jako nieodwrócone, nie zależy wyłącznie od oka, bowiem widzenie jest silnie powiązane z innymi zmysłami i tym, o czym one w tym samym czasie informują mózg.

Ponieważ mózg wciąż „przypomina sobie”, jak zapamiętał przedmioty przed doświadczeniem, trudno jest w okularach odwracających już po krótkiej chwili widzieć obrazy normalnie. Mózg jest początkowo dezorientowany i widzimy obrazy do góry nogami, ale po kilku dniach mózg adaptuje się do nowej sytuacji i osoba testowana może zobaczyć zupełnie normalny obraz. Może również bez większych problemów wykonywać wszystkie czynności, które na początku sprawiały jej ogromną trudność.

[strona 30]

Osoby testowane będą z reguły nakładać okulary na krótko, gdyż doświadczenia długotrwałe wykonywane są wyłącznie w wyjątkowych przypadkach. W toku doświadczenia krótkotrwałego można na przykład kazać testowanej osobie noszącej okulary odwracające narysować dom lub nalać zabarwioną wodę do szklanki. Bardzo szybko jasnym stanie się, jak trudno jest wykonać takie zadanie w zaistniałych okolicznościach.

Na bazie doświadczenia dowiadujemy się, że mózg musi przetworzyć informacje, które otrzymuje z pręcików i czopków oka i innych narządów zmysłów, byśmy mogli je sobie uświadomić.

Po wykonaniu doświadczenia długotrwałego z użyciem okularów odwracających ponowne przyzwyczajenie się do nowych okoliczności zajmuje tylko kilka minut.

Powód jest taki, że obraz docierający do siatkówki jest, jak to bywało wcześniej, odwrócony, a mózg może korzystać ze swych „nabytych” w ciągu wielu lat doświadczeń. Widziany obraz jest znowu normalny.

[strona 32]

2. Doświadczenie dotyczące słyszenia kierunkowego

W toku prostego doświadczenia można na lekcji bardzo szybko i z zadziwiająco dużą precyzją określić kierunek napływającego dźwięku.

W tym celu potrzebny jest stetoskop, z którego usuwa się plastikowy przewód z głowicą (głowicę z membraną). Oba końce pozostałej metalowej liry łączy się węzłem z PCV, którego środek wcześniej oznaczono dołączonym do zestawu markerem. Wąż powinien mieć długość co najmniej 1,5 m.

Testowanej osobie należy włożyć do uszu obie oliwki metalowej liry połączonej odwiedzionym do tyłu węzłem w sposób ukazany na poniższym rysunku.

Następnie za plecami testowanej osoby należy ostrożnie postukać markerem w wąż.

Uwaga: W wąż należy stukać bardzo delikatnie i ostrożnie! Osoba testowana informuje, skąd dobiega dźwięk stukania.

[strona 33]

Ze zdziwieniem stwierdzimy, że osoba testowana z dużą precyzją wskaże miejsce, z którego dobiega dźwięk. Jeśli postukamy markerem tylko kilka milimetrów od środka węża, osoba testowana dostrzeże także tę zmianę.

Słuchanie dźwięków dochodzących z ciała

1. Słuchanie własnego oddechu

By posłuchać własnego oddechu, potrzebujemy stetoskopu z membraną, by wzmocnić dźwięki generowane w płucach.

W tym celu przyciskamy główkę stetoskopu z membraną do klatki piersiowej. Gumowy przewód jest tak skonstruowany, by dodatkowe dźwięki nie miały wpływu na odsłuch. Lira zakończona oliwkami jest nakładana na przednią część przewodu słuchowego w taki sposób, że ulega on zupełnemu zamknięciu i słyszalne są wyłącznie dźwięki dochodzące z membrany stetoskopu.

Możemy bez problemu w toku doświadczenia szkolnego odsłuchać dźwięki oddychania.

Jak można to zrobić?

[strona 34]

W przypadku doświadczeń szkolnych dźwięki oddychania odsłuchujemy, co do zasady, na plecach osoby testowanej. W tym celu umieszczamy membranę stetoskopu na plecach osoby testowanej na wysokości zielonych punktów widocznych na powyższej ilustracji. Osoba testowana robi głębokie wdechy i wydechy. Słyszeć będziemy wyraźne szumy.

2. Słuchanie bicia serca

Gdy słuchamy bicia serca, słyszymy dwa dźwięki – rozkurcz i skurcz mięśnia sercowego. W czasie rozkurczu komory serca napełniają się krwią. Skurcz to dźwięk wywołany pompowaniem krwi z lewej komory do układu krwionośnego i z prawej komory do płuc.

Generowane w ten sposób dźwięki możemy usłyszeć przy pomocy stetoskopu.

[strona 35]

By usłyszeć dźwięki wydawane przez serce, umieszcza się membranę stetoskopu na klatce piersiowej nieco na lewo od mostka w sposób pokazany na ilustracji. W tym miejscu oba dźwięki (skurcz i rozkurcz) są doskonale słyszalne.

Kolejną możliwością posłuchania „szumu” krwi jest przystawienie membrany stetoskopu do tętnicy szyjnej. Nie ma przy tym znaczenia, czy przyłożymy membranę do lewej czy prawej tętnicy szyjnej oznaczonej na powyższym rysunku czerwonym punktem.