

MARIA SUSUŁOWSKA
ANTONI KĘPIŃSKI
BOGUCHWAŁ WINID

ODRUCH ORIENTACYJNY W ŚWIETLE NAUKI PAWŁOWA ORAZ WSPÓŁCZESNYCH BADAŃ NEUROFIZJOLOGICZNYCH

Referat zespołowy wygłoszony na zebraniu Podkomisji Psychologicznej Komisji Nauk
Pedagogicznych PAN w Krakowie, w dniu 6 października 1961 roku.

I.

Środowisko, w jakim żyje każda istota żywa nie jest układem stałym, nie jest czymś niezmiennym stale w ten sposób działającym, lecz układem warunków ciągle nowych i zmieniających się. W każdym środowisku zwykle jedne bodźce się pojawiają a inne znikają. Jedne z nich są dla organizmu pożyteczne, (np. pożywienie) inne są szkodliwe i zagrażają życiu a bardzo wiele z nich są to bodźce obojętne nie posiadające znaczenia biologicznego.

Skuteczne przystosowanie się organizmu do środowiska wymaga rozpoznawania rozmaitych bodźców działających w otoczeniu oraz osiągnięcia tych celów, które są konieczne dla życia oraz unikania tych, które organizmowi zagrażają. Celowe przystosowanie się wymaga więc od istoty żywej dostrzeżenia każdej zmiany zachodzącej w otaczającym świecie, rozpoznania jej znaczenia oraz odpowiedniego działania.

Tę pierwszą reakcję organizmu na każdą zmianę w otaczającym świecie nazywa Pawłow odruchem orientacyjnym, przypisując mu dużą rolę w procesie przystosowania organizmu do warunków środowiska. Jest on także punktem wyjścia procesów poznawczych u człowieka i dlatego zaznajomienie się z wynikami badań nad tym odruchem zarówno samego Pawłowa i jego szkoły jak również uzupełnienie tych

wiadomości najnowszyimi danymi neurofizjologii w tej dziedzinie — wydaje się potrzebne dla rozumienia rozwoju procesów poznawczych u ludzi.

Pawłow nie przeprowadzał wprawdzie specjalnych badań nad odruchem orientacyjnym, jednakże w całej swej twórczości poświęca temu zagadnieniu wiele miejsca. Rozproszone uwagi na temat tego odruchu znajdujemy przy różnych okazjach zarówno w „Wykładach o czynności mózgu” jak w „20 latach badań” jak też w „Środach pawłowowskich”.

W artykule tym spróbuję wydobyć wszystko, co zostało wypowiedziane przez samego Pawłowa na temat odruchu orientacyjnego i dać całokształt jego poglądów na tę sprawę.

Zacnę od miejsca tego odruchu wśród innych. Jak wiadomo, Pawłow wychodząc z założenia, że każdy żywy organizm dąży do jak najlepszego przystosowania się do środowiska, przyjmuje, że przystosowanie to dokonuje się w formie reakcji bezwarunkowych i warunkowych. Ten podział na reakcje bezwarunkowe (wrodzone) i na reakcje warunkowe (wyuczone) jest podstawą i najbardziej ogólną klasyfikacją odruchów. Niemniej jednak w ramach tego podziału potrzebna byłaby bardziej dokładna klasyfikacja zarówno odruchów bezwarunkowych jak warunkowych. Pawłow zdaje sobie sprawę, że dotąd jej nie przeprowadzono i że sprawa sporządzenia nawet prostego rejestru wszystkich podstawowych tj. bezwarunkowych odruchów jest rzeczą bardzo trudną. „Życie nasze składa się z mnóstwa odruchów wrodzonych. Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że mówiąc o istnieniu trzech odruchów: samozachowawczego, pokarmowego i płciowego wypowiedamy schematyczne frazesy szkolne, odruchów jest w istocie mnóstwo, tak iż ciągle trzeba dokonywać nowej klasyfikacji. Już samych prostych odruchów jest wiele, do tego zaś dołącza się niezmierną mnogość odruchów warunkowych.” (20 lat str. 283).

I podobnie w innym miejscu: „Dotychczasowa konwencjonalna klasyfikacja odruchów na pokarmowe, obronne i płciowe jest najoczywiściej zbyt ogólna i nieścista...” (20 lat str. 290).

Odruch orientacyjny należy według Pawłowa do odruchów wrodzonych. Posiada on dla organizmu niemniej ważne znaczenie jak odruch pokarmowy. Zdobywanie pokarmu jest dążeniem organizmu do pewnych substancji niezbędnych dla życia i tę niezbędną ilość substancji organizm co pewien czas musi sobie zapewnić. Odruch pokarmowy wszyscy uważają za podstawowy i niezbędny dla utrzymania życia.

Jest rzeczą ciekawą, że Pawłow w skali ważności tj. punktu widzenia znaczenia odruchów dla zachowania życia, stawia odruch orientacyjny na równi z odruchem pokarmowym. „Zatrzymam się na dwu z nich jako najpospolitszych i zarazem najsilniejszych towarzyszących

życiu człowieka i każdego zwierzęcia od chwili urodzin aż do śmierci. Są to odruchy: pokarmowy i orientacyjny (badawczy)." (20 lat str. 255).

Na czym polega tak wielkie znaczenie tego odruchu?

Organizm nasz ciągle reaguje na niezliczone podrażnienia płynące zarówno z środowiska wewnętrznego jak i zewnętrznego. Każdy nowy bodziec, zjawiający się w środowisku, wywołuje reakcję, której celem jest dokładne poinformowanie nas o naturze tego nowego bodźca. Informacje te są biologicznie niezmiernie ważne, ponieważ od nich zależy nasze działanie. Nowy bodziec może okazać się pożyteczny i wywołać działanie propulsywne, lub też szkodliwy i spowodować reakcję obronną. „Sens biologiczny” — twierdzi Pawłow — „tego odruchu jest ogromny. Jeżeliby zwierzę nie posiadało tej reakcji, to życie jego w każdej chwili, że tak powiem, wisiałoby na włosku”. (Wykłady o czynności mózgu str. 25).

Bodźcem dla *niego* jest każda zmiana zachodząca w otaczającym świecie, każdy nowy bodziec, który zadziałał w środowisku. Wywołuje on natychmiast ogólną reakcję, charakteryzującą się takim nastawieniem receptorów, aby recepcja była możliwie dokładna.

Celem tej reakcji jest zdobycie informacji o naturze bodźca, ponieważ informacje te posiadają dla organizmu doniosłe znaczenie biologiczne.

Wszystkich nas otacza środowisko, w którym jedno nam jest znane, a inne nie znane. Gdy coś jest dla nas nowe, wsłuchujemy się w to, wpatrujemy i w ten sposób orientujemy się w środowisku. Te reakcje zwierzęcia na wszystko, co nowe, są w znacznym stopniu celowe. Być może, że nowy dźwięk jest niebezpieczny dla zwierzęcia, być może, że jeśli nie podejmie jakichś środków, może to doprowadzić do jego śmierci i jest rzeczą zrozumiałą, że przewaga jest po stronie tego, kto dokładnie bada środowisko otaczające, kto subtelnie reaguje na wszelkie nieznanne zjawiska i to daje mu możność przeciwdziałania zgubnym przypadkom". (Pawłow, Pisma T. V. str. 506 z ros.)

Podnetą dla odruchu orientacyjnego jest więc każdy nowy bodziec który pojawił się w otoczeniu zwierzęcia, wyrazem zaś zewnętrznym, motorycznym reakcji orientacyjnej jest nastawienie odpowiednich analizatorów i to takie nastawienie, aby umożliwiło ono jak najdokładniejsze ujęcie nowego bodźca. Nastawienie narządów odbiorczych na nowy bodziec jest najbardziej istotną cechą odruchu orientacyjnego i do tego sprowadza się definicja tego odruchu według Pawłowa. „Co to znaczy odruch orientacyjny? Jest to — nastawienie ku bodźcowi". (Pawłowskije śre dy, T. III. str. 267). Lub w innym miejscu: „Każdy taki nowy bodziec prowadzi do pojawienia się odruchu badawczego, polegającego na tym, że odpowiedni receptor ustawia się w kierunku da-

nego bodźca" (Wykłady o czynności mózgu str. 51). Odruch orientacyjny wywołany jest tylko przez nowy przedmiot czy nowe zjawisko, ale także przez każdą zmianę w otoczeniu. Wywołuje ona natychmiast reakcję, przejawiającą się „ustawieniem w jej kierunku odpowiedniej powierzchni odbiorczej”... Tę ogólną reakcję nazywamy odruchem orientacyjnym lub badawczym. (20 lat badań str. 320).

W otoczeniu, gdzie działają bodźce znane, zwierzę reaguje w sposób nawykowy i stereotypowy. Jest to sytuacja, która nie budzi niepokoju. Zachowanie zwierzęcia zmienia się natychmiast, jeżeli nastąpi jakakolwiek zmiana w otoczeniu, jeżeli pojawi się coś nowego lub zmiana nasilenia któregoś z bodźców już działających. Na tę zmianę warunków zwierzę natychmiast odpowiada reakcją orientacyjną, którą Pawłow także często nazywa odruchem „cóż to takiego?”. Jest to reakcja bardzo czuła: „Każdy nowy dźwięk chociażby najślabszy, ale odzywający się wśród stałych dźwięków i szmerów, które działają na zwierzę, każde nasilenie lub osłabienie owych dźwięków stałych, każde wahanie o natężeniu oświetlenia pokoju, czy to wskutek szybkiego schowania się słońca za chmurami, czy to pojawienie się jego promieni z za chmur, albo też w wyniku nagłego powiększenia lub osłabienia lampki elektrycznej, przemknięcie się cienia po oknie pokoju, każde rozprzestrzenienie się w pokoju nowego zapachu, przeniknięcie do pokoju smugi ciepłego lub zimnego powietrza, dotknięcie skóry jakimkolwiek nawet najdrobniejszym przedmiotem (mucha, najmniejszy okruch tynku z sufitu) — wszystkie te i tym podobne niezliczone bodźce powodują w nieunikniony sposób czynności tego lub innego odcinka mięśniowego szkieletu naszego zwierzęcia, poruszają się wówczas w sposób nieokreślony powieki, oczy, nos, nozdra, poruszają się, zmieniając tak czy inaczej położenie i kierunek — głowa, tułów i inne poszczególne części jego ciała: przy czym ruchy te powtarzają się i nasilają, lub też zwierzę, jak się to mówi potocznie — zastyga, zamiera w określonej pozycji. Mamy tu więc znowu bezwarunkową, zdeterminowaną z góry reakcję organizmu — prosty ruch, który nazywamy odruchem orientacyjnym, lub odruchem postawy. Skoro tylko w otoczeniu zwierzęcia pojawiają się nowe czynniki (zaliczam do nich także zmianę natężenia dawnych) zwraca ono ku nim swe odpowiednie powierzchnie odbiorcze, aby jak najdokładniej odebrać podrażnienie zewnętrzne”. (20 lat badań str. 121)

Powyższy cytat jest najpełniejszym opisem odruchu orientacyjnego w pismach Pawłowa i jest najprawdopodobniej wynikiem obserwacji, które poczyniono przy okazji wypracowywania odruchów warunkowych u zwierząt, kiedy najmniejsza zmiana w otoczeniu, powodując powstawanie reakcji orientacyjnej, przeszkadzała w wytwarzaniu się

odruchów warunkowych. Te właśnie ciągle reakcje orientacyjne były powodem zbudowania dla doświadczonych wieży milczenia, aby do minimum sprowadzić pojawianie się w otoczeniu nowych bodźców i reakcji orientacyjnych u badanych zwierząt.

Odruch orientacyjny jest tą reakcją organizmu, która jako niezwyczajnie dla organizmu ważna musi nastąpić. Powoduje więc ona zahamowanie wszystkich czynności zwierzęcia i znieruchomienie oraz nastawienie receptorów na nowy nie znany jeszcze bodziec. W chwili nadzwyczajnych wymagań środowiska, musi zająć na pewien okres czasu na dalszy plan czynność, która się właśnie odbywała.

Badanie odruchu orientacyjnego jest bardzo trudne, ponieważ jest to odruch, który niezwykle szybko wygasa. Ten brak trwałości odruchu wiąże się z jego podstawą fizjologiczną. Według Pawłowa jest on odruchem bezwarunkowym a więc podkorowym. Przemawia za tym fakt, że występuje on także u psów pozbawionych kory mózgowej. (Wykłady o czynności mózgu str. 26) „Pies taki posiada odruch badawczy i na dźwięk podnosi uszy i głowę”. Jednakże, o ile u psa zdrowego odruch ten bardzo szybko wygasa, o tyle u psa zdekortykowanego utrzymuje się. Jeżeli więc u psa normalnego wygaszenie odruchu orientacyjnego następuje po 3—5 powtórzeniach, to u psa pozbawionego półkul mózgowych istnieje trudność wygaszenia tego odruchu, chociaż świat zewnętrzny jest dla niego zawężony i na wiele bodźców świata zewnętrznego wcale nie odpowiada. (Pawłow, Pisma t. III str. 402 z ros.). Doświadczenia wykonane przez Zelenego stwierdziły, że o ile u normalnego psa odruch orientacyjny na określony dźwięk szybko znika, o tyle ten sam dźwięk u psa pozbawionego półkul mózgowych wywołuje ów odruch stereotypowo ogromną ilość razy.

Niewątpliwie więc udział kory mózgowej jest konieczny do procesu wygaszania odruchu orientacyjnego, natomiast — jak wynika z doświadczeń — do wywołania go wystarczają ośrodki podkorowe. Sprawa jest jednak bardziej skomplikowana i chociaż Pawłow uważa odruch ten za bezwarunkowy, to jednak stwierdza, że przy nie naruszonej korze powstaje on przy udziale także komórek korowych. „Jak wspomniano poprzednio istnieje tzw. odruch badawczy, którego punktami zaczepienia są zarówno komórki kory mózgowej jak i niżej położonych części mózgu. Przy nienaruszonej korze odruch ten występuje niewątpliwie z udziałem komórek korowych. Wskazuje na to niezmiernie subtelność. Pojawia się przy najmniejszych zmianach w świecie otaczającym, co byłoby zupełnie niemożliwe, gdyby odruchem tym kierowały wyłącznie niższe ośrodki nerwowe bez udziału najwyższej funkcji analizującej mózgu”. (Wykłady o czynności mózgu. 215).

Jak rozumieć wypowiedzi Pawłowa, z których wynika, że chociaż

odruch orientacyjny jest odruchem bezwarunkowym, a więc w zasadzie podkorowym (co potwierdzają doświadczenia) to jednak tam, gdzie istnieje kora, zachodzi on przy udziale komórek korowych. Nie ma tu sprzeczności. U tych zwierząt, gdzie najwyższym piętrzem są ośrodki podkorowe, powstaje on przy ich udziale, ale wtedy jest on mniej subtelny. Reakcje orientacyjne na bardzo nieznaczne zmiany w otoczeniu wymagają udziału kory, a więc u zwierząt wysoko zorganizowanych, u których analiza środowiska osiąga wysoki poziom, w powstawaniu reakcji orientacyjnej bierze udział także kora mózgowia. Wygasanie zaś tego odruchu dokonuje się dzięki hamowaniu korowemu. Należy zaznaczyć, że nowsze odkrycia neurologii i fizjologii systemu nerwowego w szczególności funkcje formatio reticularis (o czym będzie mowa w drugiej części artykułu) rzucają pewne nowe światło na fizjologiczne podłoże odruchu orientacyjnego.

Wygasanie odruchu orientacyjnego ma duże znaczenie dla organizmu, ponieważ pozwala szybko przyzwyczajać się do nowych bodźców i nie reaguje na nie, jeżeli nie mają one dla organizmu specjalnego znaczenia i nie wymagają działania. Gdyby tego hamowania nie było, organizm odpowiadałby bez przerwy reakcją orientacyjną na niezliczone, ciągle ze świata zewnętrznego płynące bodźce.

„... każdy jednak nowy czynnik, który się pojawi w otoczeniu staje się coraz bardziej obojętny, jeżeli będzie powtarzany w niezbyt długich odstępach czasu — i jeśli nie wywiera na zwierzę dalszego bezpośredniego wpływu...” Na tym wygasaniu polega również fakt, że stałe ukształtowanie środowiska, w którym znajduje się zwierzę nie wywiera na niego bezpośredniego wpływu”. (Wykłady o czynności mózgu str. 121). Z biegiem czasu przestajemy odpowiadać reakcją orientacyjną na wielką ilość bodźców, które kiedyś tę reakcję wywoływały, a skoro stały się znane — przestały ją wywoływać.

Wygasanie odruchu orientacyjnego podlega tym samym prawom wyższej czynności nerwowej co wygasanie odruchów warunkowych. Kilkakrotne powtarzanie bodźca doprowadza do zaniku reakcji a potem wywołuje stan senności. „Widzimy, że przy powtarzaniu czynnika wywołującego odruch badawczy jego reakcja ruchowa słabnie, a potem przy dalszych powtórzeniach albo wprost następuje senność i coraz głębszy sen, albo też nieco wcześniej czynnik ten pozornie zupełnie przestaje działać...” (Wykł. o czynn. 217).

Pozornie tylko, ponieważ nawet wtedy, gdy reakcja orientacyjna wygasa, a więc gdy bodziec nie pociąga za sobą niczego szczególnego — nie przepada ona dla układu nerwowego. Przejawia się to w podwyższeniu tonusu półkul mózgowych. (Pawłowskije środy, t. III 327).

Poprzez odruch orientacyjny dokonuje się pierwsza najbardziej

ogólna analiza środowiska. W pierwszym rzędzie biorą w niej udział telereceptory, kiedy nowy bodziec zostanie zauważony, potem dopiero następuje dokładniejsza analiza i różnicowanie za pomocą odruchów warunkowych, gdy w grę wchodzi sprawdzian praktyki i działania.

Pierwsze zetknięcie z nowym bodźcem wywołuje nastawienie odpowiednich receptorów, „gdy jednak” pisze Pawłow — „nowy przedmiot znalazł się w pobliżu nas, staramy się go poznać dotykiem, w ogóle staramy się ująć czy opanować każde nowe zjawisko lub przedmiot za pośrednictwem odpowiednich powierzchni odbiorczych, odpowiednich narządów zmysłowych” (20 lat, 265).

To, co zostało ujęte telereceptorycznie, zostaje zbadane następnie za pomocą dotyku i jeżeli zachodzi potrzeba, staje się punktem wyjścia do działania.

Trudno odpowiedzieć, czy według Pawłowa odruch orientacyjny to tylko nastawienie receptorów, czy też włącza on do tej reakcji poznawanie przedmiotu za pomocą dotyku. Nie wynika to jasno z jego wypowiedzi zwłaszcza, że czasem używa terminu „odrch orientacyjny”, czasem „badawczy”, a czasem odruch „cóż to takiego?”. Najczęściej jednak orientacyjny i badawczy używane są w tym samym znaczeniu, szczególnie wtedy, kiedy słowo badawczy występuje w nawiasie po orientacyjnym. Czasem jednak, kiedy mówi o odruchu badawczym, ma na myśli znacznie bardziej skomplikowaną reakcję, aniżeli proste nastawienie receptorów na nowy bodziec. (Gdy mówi np. o szeregu odruchów jako reakcji na zmianę sytuacji).

„Wszystkie bodźce, które przenikają przez receptory do centralnego systemu nerwowego, do półkul mózgowych, wszystkie one mają bardzo ważne znaczenie. Z jednej strony mają one znaczenie specjalne, to znaczy, są związane z określonymi odruchami z procesem orientacji, kiedy zwierzę musi zrozumieć sprawę, kiedy musi na każdy nowy bodziec jaki się pojawi w otoczeniu odpowiedzieć reakcją orientacyjną, że tak powiem, skupić się na nim, rozpatrzyć go jak najlepiej, aby jeśli trzeba, przedsięwziąć szczególne środki, usunąć niebezpieczeństwo itd. Będzie to szereg odruchów na nową zmianę sytuacji”. (Pawłowskijsze srody, t. III, 327).

W późniejszych badaniach szkoły Pawłowa raczej ogranicza się odruch orientacyjny do nastawienia receptorów na nowy bodziec, natomiast dalsze reakcje, służące lepszemu poznaniu przedmiotu czy zjawiska, uważa się za szereg odruchów warunkowych.

Takie stanowisko reprezentuje np. Majorow stwierdzając „według nas należałoby odróżnić odruch orientacyjny jako odruch prosty oraz badawczy „odrch” jako złożoną sumę i łańcuch odruchów”. (Istoria uczenia ob usłownych refleksach, 137).

W końcu należy wspomnieć o związku odruchu orientacyjnego z innymi odruchami, a więc przede wszystkim z odruchem obronnym i odruchem ostrożności. Łączy się to z zagadnieniem zależności reakcji od siły bodźca. Wiadomo, że inaczej przebiega reakcja przy bodźcach słabych, inaczej przy średnich, a jeszcze inaczej przy bardzo silnych.

Odruch orientacyjny jest reakcją organizmu na bodźce słabe i średnie, natomiast bodźce bardzo silne wywołują nieco inną reakcję różną od orientacyjnej. „Wszystkie niezmiernie silne pobudzenia” — podaje Pawłow — „silne dźwięki, nagłe, silne oświetlenie itd. — wywołują specjalne reakcje jak: drżenie całego zwierzęcia, chęć ucieczki (zwierzę wyrzyna się ze stojaka) lub na odwrót — jego znieruchomienie... Reakcje wyliczone poprzednio są często silniejsze i trwalsze od prostych odruchów orientujących” (20 lat, 122).

Silne bodźce wywołują więc odruch obronny, odruch zaś orientacyjny jest reakcją na bodźce słabe i średnie. U autorów anglosaskich na określenie podobnej reakcji znajdujemy jeszcze termin odruch zaszkodzenia — startle reflex.

Inny jest mechanizm odruchu, który Pawłow nazywa odruchem naturalnej ostrożności. Jest to odruch ściśle związany z wychowaniem, Odruch ten wystąpił w bardzo silnym stopniu u szczeniaków, które były wychowane w otoczeniu zamkniętym. Doświadczenie nad tym odruchem prowadzili Wyrzykowski i Majorow. Podzielili oni jeden miot szczeniaków na dwie grupy: jedną od urodzenia trzymano w klatce, a drugą wychowywano na swobodzie. Wszystkie szczeniaki z pierwszej wypuszczone na wolność okazały się bardzo lękliwe i zahamowane przy najmniejszej zmianie w środowisku zewnętrznym, czego nie obserwowano w takim stopniu u zwierząt wychowanych na swobodzie. Pierwsza grupa szczeniaków wyposażona była w specjalny odruch, polegający na hamowaniu ruchów i wyczekiwaniu skutków nowego pobudzenia, — który Pawłow nazywa odruchem naturalnej ostrożności. Dopiero w miarę zapoznawania się ze środowiskiem, odruch ten zostaje zastąpiony przez odruch badawczy, a potem w razie potrzeby przez różne formy zachowania się. Szczeniak, któremu nie dano możliwości przejścia samemu przez szkołę życiową, zachowuje czasem przez całe życie ten odruch naturalnej ostrożności. (20 lat, 543).

Pozostaje pytanie, jaki jest stosunek odruchu ostrożności do odruchu orientacyjnego, czy mianowicie zastępuje on odruch orientacyjny, czy też występuje obok niego lub po nim. Według Pawłowa „przy nowej chociażby nieznacznej zmianie środowiska otaczającego zachodzą zazwyczaj dwa odruchy: dodatni — badawczy oraz hamulcowy, że tak powiem, odruch opanowywania się, odruch ostrożności. Pozostaje jeszcze interesujące zagadnienie, czy oba te odruchy są nie-

zależne, czy też drugi jest skutkiem pierwszego, zgodnie z mechanizmem hamowania zewnętrznego. Na pierwszy rzut oka drugie przypuszczenie jest prawdopodobniejsze". (Wykłady o czynnościach mózgu, 262).

Zetknięcie się z nowym przedmiotem czy zjawiskiem, może więc oprócz nastawienia receptorów na nowy bodziec wywołać dalsze reakcje, a więc odruch obronny, któremu może towarzyszyć postawa agresji lub strachu, reakcja może też wystąpić pod postacią odruchu naturalnej ostrożności, zanim nastąpi rozpoznanie. Zapoznanie się z nowym bodźcem, który następuje po zauważeniu go, jest także dalszym ciągiem reakcji orientacyjnej i może być rozpatrywane albo jako druga faza tej reakcji, albo też jako odrębny bardzo złożony odruch badawczy. Badanie nowego przedmiotu czy zjawiska, które pierwotnie związane jest z zaspakajaniem potrzeb biologicznych, z czasem szczególnie u człowieka staje się działaniem bezinteresownym, opartym na ciekawości i podstawą wszelkich procesów poznawczych. Punktem wyjścia tych najbardziej skomplikowanych procesów, jest zarówno w filozofii i ontogenezie odruch orientacyjny i dlatego Pawłow przypisuje mu tak wielkie znaczenie.

Streszczając poglądy Pawłowa, na zagadnienie odruchu orientacyjnego, należy stwierdzić:

- a) jest to bezwarunkowa reakcja organizmu na każdą zmianę w otoczeniu,
- b) najbardziej charakterystyczną cechą tego odruchu jest takie nastawienie receptorów na nowy bodziec, aby odebranie pobudzenia było jak najdokładniejsze,
- c) jest to odruch podkorowo-korowy,
- d) celem tego odruchu jest poznanie bodźca, jego znaczenia dla organizmu (pożyteczny, szkodliwy, obojętny),
- e) odruch ten szybko wygasa. Fakt ten posiada duże znaczenie biologiczne, ponieważ uwalnia organizm od zbędnych reakcji na już znane pobudzenia płynące z zewnątrz.

Odruch orientacyjny i badawczy należą do tych zjawisk, które ciągle niepokoją wielu badaczy zarówno fizjologów jak i psychologów. Poświęcono temu zagadnieniu wiele prac badawczych, które w dalszym ciągu kontynuowane są przez szkołę pawłowską. Przeprowadza się badania nad odruchem orientacyjnym w filozofii i ontogenezie, bada się reakcje orientacyjne w patologii i daleko posunięto badania nad filozofią tego odruchu w związku z rozszerzaniem wiadomości dotyczących fizjologii systemu nerwowego. Pod tym względem nauka od czasów Pawłowa poszła naprzód, i dziś wyjaśnia się wiele zjawisk, które przez Pawłowa były stawiane jako problem ale jeszcze nie rozwiązane.

Badaniem odruchu orientacyjnego od czasów Pawłowa do dziś zajmowało się wielu badaczy zarówno z jego szkoły, jak i z poza niej. Z pośród współpracowników Pawłowa zajmował się wygaszaniem odruchu orientacyjnego u psów — Popow, Fursikow badał wpływ reakcji orientacyjnej na wypracowywanie odruchów warunkowych, a Rosental przeprowadzał badanie nad zachowaniem się szczeniąt od urodzenia do sześciu miesięcy z punktu widzenia występowania reakcji orientacyjnej oraz odruchu obronnego i śledził ich współzależność.

Na ogół wszystkie prace stawiały sobie za cel albo badanie właściwej reakcji orientacyjnej, zależności jej od jakości i siły bodźca oraz stosunku jej do innych odruchów, albo też badały tworzenie się odruchów warunkowych w oparciu o odruch orientacyjny jako bezwarunkowy.

Zagadnienie roli, jaką pełni odruch orientacyjny przy tworzeniu się odruchów warunkowych, było nawet przedmiotem polemiki między stanowiskiem reprezentowanym w tym względzie przez Asratiana i Iwanowa Smoleńskiego. Asratian wprowadza do klasycznego pawłowskiego trójczłonowego łuku odruchowego, uważając bezwarunkowy odruch orientacyjny za konieczne ogniwo każdego ruchu, ponieważ według niego, przy każdym odruchu warunkowym mamy połączenie dwóch reakcji bezwarunkowych — wzmacniającej i orientacyjnej. Iwanow Smoleński zarzuca Asratianowi, że nie bierze pod uwagę wygaszenia reakcji orientacyjnej oraz, że miesza bodźce warunkowe naturalne z bodźcami bezwarunkowymi, przypominając starą polemikę Pawłowa z Guthrim. (Iwanow Smoleński „Nowe próby analizy i rewizji podstawowych pojęć nauki Pawłowa,” Żurnal wyższej nierwnej diajetelności, Nr 3 53)..

Stanowisko zresztą Pawłowa w tej sprawie jest jasne i nie budzi wątpliwości. „Przysłuchiwanie się jako odruch orientacyjny lub badawczy (jak zwykłem go nazywać) zjawiające się przy wszelkich zmianach zwykłego otoczenia zwierzęcia, istnieje zazwyczaj tylko w pierwszym krótkim okresie stosowania nowych, powtarzanych bodźców, przy utworzeniu się zaś odruchu warunkowego z krótszym lub dłuższym odstępem czasu między bodźcem warunkowym i bezwarunkowym prędko zostaje zastąpiony przez specjalną reakcję ruchową, właściwą danemu bodźcowi bezwarunkowemu. A potem występuje stale już tylko warunkowy efekt ruchowy bez śladu odruchu orientacyjnego”. (20 lat, str. 450). I podobnie w innym miejscu: „W większości przypadków czynniki sąsiadujące dają efekt warunkowy wprost bez śladu odruchu orientacyjnego. A jeśli istnieje już przy tym odruch orientacyjny to właśnie na odwrót — odruchu warunkowego albo nie ma wcale, albo

jest bardzo osłabiony, przejawia się zaś i narasta tylko w miarę znikania odruchu orientacyjnego". (20 lat, st. 454).

W sporze tym Asratian jest raczej odosobniony. Badania nad odruchem orientacyjnym wskazują na jego ważną rolę w poznawaniu otaczającej rzeczywistości, ale nie stanowi koniecznej komponenty przy tworzeniu się każdego odruchu warunkowego. Temu przeczą doświadczenia.

Ciekawe są badania działalności orientacyjno-badawczej u małp Wojtonisa. („Prehistoria intelektu", Nasza Księgarnia 1951). Według niego działalność ta u małp jest niezwykle rozwinięta i przejawia się przede wszystkim w samorzutnym manipulowaniu przedmiotami. Wzrost intelektu jest według Wojtonisa zdeterminowany nie tylko takimi potrzebami jak głód, impuls obronny czy płciowy, ale wśród nich ogromną rolę gra impuls, który nazywamy ciekawością. „Fizjologicznie spotykając się z nim, nazywają go „odruchem orientacyjnym". Wolimy nazwać go raczej „impulsem badawczym", podkreślając przez to jego rolę aktywną i włączając weń element manipulowania". (str. 9). Impuls ten uważa on za jeden z zasadniczych motywów zabaw dziecięcych, a jest on także punktem wyjścia do wszelkiej poznawczej działalności człowieka.

U zwierząt — według Wojtonisa — działalność orientacyjno-badawcza jest związana ściśle ze sposobem odżywiania się. Ożywia się ona, gdy zwierzę napotyka na trudności w zdobyciu pokarmu i wtedy zmuszone jest do zwracania uwagi na takie elementy otoczenia, które dotąd nie wywoływały reakcji. Z jednej więc strony łączy on działalność orientacyjno-badawczą z sygnałami pokarmowymi z drugiej zaś strony z pierwotną potrzebą ruchu u zwierząt. Im zwierzę przejawia wyższy stopień aktywności ruchowej, tym silniej jest u niego zaznaczona działalność poznawcza. Wynikiem tej aktywności jest między innymi czynność manipulowania przedmiotami, silnie rozwinięta u małp. Charakterystyczne dla małp jest zainteresowanie każdą nowością, przy czym wystarczy zmienić barwę, kształt lub wielkość znanego przedmiotu, aby na nowo stał się interesujący i zwrócił uwagę. Równocześnie eksperymenty wykazały, że np. niedźwiadki nie wykazują takiego zainteresowania dla przedmiotów, ani także tego bogactwa sposobów oddziaływania na przedmiot, które spotykamy u małpy. Małpy posiadają wyostrzoną uwagę na wszelkie nowe zjawiska w otoczeniu, ich działalność badawcza wyraża się nie tylko nastawieniem analizatorów na nowy bodziec, ale także przejawia się jako manipulowanie przedmiotami, co wiąże się z rozwojem analizatora wzrokowego oraz z rozwojem kończyn. Ich impuls badawczy wyszedł daleko poza czysto biologiczne zaspakajanie potrzeb i funkcjonuje niezależnie od nich. Małpy

rozwiązują dość skomplikowane zadania bez zachęty czy też wzmocnienia pokarmowego. Te obserwacje Wojtanisa wcześniej jeszcze zostały poczynione przez Pawłowa, który twierdził: „Ja zajmuję się w tej chwili nieco małpami i twierdzą, że istnieje u nich wyraźna ciekawość, że nasza ciekawość wyrasta z tego orientacyjno-badawczego odruchu i że jest ona jego przedłużeniem i rozszerzeniem. W wyniku moich obserwacji w Kołtuszach uderzył mnie bezinteresowny charakter u jednej z nich.” Następnie Pawłow omawia zadania, które dano małpom do wykonania i mówi: „Daj nam Boże tak patrzeć na nasze doświadczenia, jak ona patrzy!..... U zwierząt jest już w zaczątkach to, co u nas tworzy naukę. Twierdzenie przeciwne nie odpowiada rzeczywistości. Rafael takiej ciekawości nie wykazuje. On stara się rozwiązać zadanie, jeżeli wiezie do otrzymania jabłek lub innego pokarmu, a Rosa rozwiązuje zadanie i bada bezinteresownie.” (Pawłowski *średy*, t. II, str. 165).

W badaniach nad działalnością orientacyjno-badawczą u małp stwierdzono na podstawie badań eksperymentalnych (Ładygina —Koths, Wojtonis) że wykazują one niezwykłą żywość i różnorodność reakcji orientacyjnych jak również duże bogactwo sposobów oddziaływania na przedmiot. Zainteresowanie przede wszystkim wywołane jest nowością przedmiotu oraz zależy od stopnia jego dostępności i od swobody manipulowania nim od jego podatności na oddziaływanie i możliwości posiadania go i zabrania. W działalności małp spotykamy więc już nie tylko odruch orientacyjny ograniczony do kierowania aparatów odbiorczych na nowy bodziec, ale także czynności badawcze, jak manipulacje zmierzające do poznania przedmiotu, czynności, które potem w formie rozwiniętej występują w człowieku.

W sprawie tak zwanego popędu poznawczego szereg uwag poświęca Mazurkiewicz. (Wstęp do psychofizjologii normalnej, PZWL, 1950, str. 45), Przyjmuje on istnienie popędu poznawczego u wyższych zwierząt i ludzi, u zwierząt niższych wobec plastyczności i doskonałości nastawień instynktowych, regulujących w sposób wystarczający stosunek do świata zewnętrznego — taki popęd jest zbyteczny. Natomiast tam, gdzie wędrówka czynności ku przodowi doprowadziła do spustoszeń w składniku gnostycznym nastawień instynktowych, staje się konieczne powstanie popędu poznawczego. Jest rzeczą konieczną, aby osobnik mógł poznawać przedmioty i reagować na nie, gdyż jest to warunek jego orientacji w świecie. „Przekształcenie podniety objętej w podniętą warunkową” — pisze Mazurkiewicz — „w każdym eksperymentalnym wypracowaniu nowego odurchu warunkowego możliwe jest tylko w razie współdziałania pewnego instynktu poznawczego, pewnego za-

interesowania i pracy uwagi, kojarzącej bodziec warunkowy z bezwarunkowym i utrwalającej to skojarzenie w pamięci zwierzęcia".

Pierwsze zainteresowanie przedmiotami u dziecka łączy się według Mazurkiewicza z zaspokajaniem potrzeb fizjologicznych. Później jednak w miarę rozwoju normalne dziecko zaczyna wykazywać zainteresowanie przedmiotami nie stojącymi w żadnym związku z zaspokajaniem jego potrzeb biologicznych, zaczyna tymi przedmiotami manipulować, i poznawać ich różne właściwości. „Jeśli dziecko takich zainteresowań przez dłuższy czas nie wykazuje, zachodzi obawa, że ten brak może być pierwszym przejawem jego niedorozwoju psychicznego.” (l. c. 46).

Jeżeli chodzi o badanie odruchu orientacyjnego u ludzi, to ukazało się na ten temat szereg prac, omawiających poszczególne aspekty tego zagadnienia, ale nie dotyczyły one przebiegu tego odruchu we wczesnym dzieciństwie. Na te braki zwracał uwagę Elkonin w artykule w Sowieckiej Pedagogice (Niektóre problemy wyższej czynności nerwowej i psychologia dziecka, Sowiecka Pedagogika 1951, nr 11), kiedy pisał: „...wydaje nam się rzeczą konieczną wskazać na niedostateczność badań nad odruchem orientacyjno-badawczym we wczesnym dzieciństwie. Jak wiadomo Pawłow przpiszywał temu odruchowi bezwarunkowemu zasadnicze znaczenie...” Z ważniejszych prac na temat odruchu orientacyjno-badawczego należy wymienić badania Kapustnika i Fadijewej, którzy wypracowywali motoryczny odruch warunkowy, stosując wzmocnienie orientacyjne, oraz szereg prac Sokołowa, przede wszystkim dotyczących roli odruchu orientacyjnego w percepcji. W lutym zaś 1957 roku odbyła się w Moskwie konferencja, organizowana przez psychologów, fizjologów i lekarzy, poświęcona zagadnieniu odruchu orientacyjnego., w czasie której w 34 referatach przedstawiono wyniki badań, dotyczące różnych aspektów tego zagadnienia.

Najpoważniejsze badania z zakresu odruchu orientacyjnego prowadzi Sokołow, opracowując rolę odruchu orientacyjnego w procesie spostrzegania (Woprosy Psychologii, Nr 1). Percepcja bodźca jest procesem odruchowym, w którym zasadniczą rolę odgrywa odruch orientacyjny, zapewniając przez odpowiednie nakierowanie analizatorów optymalne warunki spostrzegania. Sokołow bada znaczenie odruchu orientacyjnego dla percepcji, cbojętnych (nie sygnalizacyjnych) i warunkowych (sygnalizacyjnych) bodźców. W badaniach rejestrował on za pomocą specjalnej aparatury zmiany naczyniowe, reakcje skórno-galwaniczne i elektro-encefalograficzne, towarzyszące odruchowi orientacyjnemu. Okazało się, że odruch orientacyjny pozostający pod wpływem zadziałania nowego bodźca ogarnia cały organizm. Bodziec słowny wywołuje reakcję nie tylko w analizatorze słuchowym, lecz zmienia stan innych analizatorów w szczególności wzrokowego. Biolo-

giczne znaczenie tak złożonej reakcji obejmującej cały organizm, polega na zwiększeniu reaktywności analizatorów celem stworzenia warunków do jak najlepszej percepcji bodźca.

Dużą rolę w powstawaniu odruchu orientacyjnego u człowieka odgrywają bodźce słowne; słowna instrukcja, czy też słowne wzmocnienie nadają bodźcowi charakter sygnału. Instrukcja słowna, aby badany liczył wyłącznie sygnały, świetlne, wywołuje tylko reakcję na światło, podczas gdy instrukcja słowna, aby liczyć tylko sygnały dźwiękowe, wywołuje silny odruch orientacyjny tylko na dźwiękowe.

Do interesujących prac Sokołowa należy analiza wrażeń wzrokowych z punktu widzenia udziału układu siateczkowego w procesie recepcji. (Wosprijatije i rieflertornaja diejatelność, Woprosy Psichologii, 1957, Nr 6).

W czasie konferencji na temat odruchu orientacyjnego Sokołow ogłosił wyniki badań w wykładzie pt. „Badania odruchu orientacyjnego i obronnego a problem wrażliwości”. W eksperymentach stosował on metodę rejestracji rozszerzania się i zwężania naczyń głowy i ręki przy działaniu bodźców dźwiękowych i elektrycznych. Odruch orientacyjny w tych warunkach wyrażał się rozszerzeniem naczyń głowy i zwężeniem naczyń ręki, natomiast przy odruchu obronnym naczynia zarówno głowy jak i ręki ulegały zwężeniu. W miarę wielokrotnego stosowania sygnałów, próg pobudliwości odruchu orientacyjnego podwyższał się przez rozszerzenie strefy bodźców, wywołujących odruch obronny. Jeżeli bodźcom nadaje się znaczenie sygnałów drogą wypracowania na nie motorycznej reakcji warunkowej, to, na odwrót, rozszerza się obszar sygnałów, wywołujących odruch orientacyjny.

Stosowanie tej metody pozwala na dokładne i obiektywne badanie stosunku odruchu orientacyjnego do obronnego i ich występowania w zależności od siły bodźca w różnych warunkach działaności odruchowo-warunkowej. W czasie konferencji poświęconej omówieniu całokształtu badań nad odruchem orientacyjnym, poruszono następujące zagadnienia:

(cytuję według Woprosów Psichologii, 1957 Nr 2)

- 1) Ogólna problematyka odruchu orientacyjnego i jego rola w działaności odruchowo-warunkowej.
- 2) Odruch orientacyjny i problemy recepcji.
- 3) Filo- i ontogeneza odruchu orientacyjnego.
- 4) Patologia odruchu orientacyjnego,
- 5) Problemy działaności orientacyjnej człowieka.

Biriukow w swoim referacie „Zagadnienie natury reakcji orientacyjnej” dał definicję reakcji orientacyjnej, stwierdzając, że jest to ogólna, całościowa, nakierowująca i przystosowawcza reakcja zwierzęcia. Za-

wiera ona składniki ruchowe oraz wiele komponent negatywnych. Zasadnicze znaczenie w tej całościowej reakcji posiadają odruchy ruchowe, odruchy wegetatywne mogą być komponentami towarzyszącymi reakcji. Biriukow na podstawie eksperymentów wyróżnia dwie fazy reakcji orientacyjnej: pierwsza faza uwarunkowana pojawieniem się lub zmianą bodźca jest reakcją na to co nowe — i polega na nastawieniu analizatora na spostrzeżenie sygnału. Taka reakcja łatwo ulega wygaszeniu, gdy bodziec działa przez dłuższy czas lub powtarza się. Druga faza stanowi aktywną badawczą reakcję, związaną z działaniem zwierzęcia w stosunku do przedmiotu, który się pojawił. Jeżeli w pierwszej fazie reakcja orientacyjna ma charakter odruchu bezwarunkowego (z możliwością wygasania według typu odruchu warunkowego) to w fazie drugiej reakcja ta związana jest z tworzeniem się odruchów warunkowych.

Fizjologiczną strukturę reakcji orientacyjnej omówił Anochin. Reakcja orientacyjna według niego jest taką samą całościową reakcją organizmu jak działalność pokarmowa czy obronna i posiada wszystkie cechy reakcji integralnej, a więc:

- 1) jest ona integrowana centralnie i wszystkie jej przejawy nie stanowią samodzielnych reakcji, lecz są komponentami, wynikłymi z centralnej integracji,
- 2) tak jak i inne postacie całościowej działalności, reakcja orientacyjna podlega prawu wyłączania — w chwili swego rozwoju wyłącza wszystkie pozostałe czynności,
- 3) tak jak każda reakcja całościowa reakcja orientacyjna kończy się efektem przystosowawczym,
- 4) w reakcji tej dokonuje się zwrotna aferencjacja będąca oceną przystosowawczego efektu reakcji.

Anochin podkreślił rolę aparatu podkorowego w powstawaniu reakcji orientacyjnej w szczególności rolę formatio reticularis. W dyskusji podkreślano zastosowanie do analizy odruchu orientacyjnego nowych danych o układzie siateczkowym.

Prawie we wszystkich referatach wyróżniano w reakcji orientacyjnej hamowanie odruchowe jako wyraz prymitywnego odruchu orientacyjnego oraz właściwy odruch badawczy, który stanowi złożony funkcjonalny zbiór wrodzonych im nabytych cech zachowywania się. Przy złożonych zadaniach wymagających natężenia działalności analityczno-syntetycznej kory, wyraźnie rośnie rola odruchu badawczego. (Praca Dolina, Zborowskiej, Zamachowera, Bykowa).

Szereg referatów poświęconych było zagadnieniu patologii odruchu orientacyjnego. Wskazywano na to, że przebieg odruchu orientacyjnego

i jego zaburzenia mogą być wskaźnikami diagnostycznymi dla niektórych chorób psychicznych.

Badania nad odruchem orientacyjnym prowadzone są także w Stanach Zjednoczonych. (Janice Robinson and Horsley Gant „The orienting reflex (questioning reaction): cardiac, respiratory, salivary and motor components”). Autorzy badali u psów zmiany w systemie wegetatywnym podczas odruchu orientacyjnego po zadziałaniu bodźca. Stwierdzili oni występowanie w silniejszym stopniu odruchu orientacyjnego przy stanach wyczerpania nerwowego. Tłumaczą to zjawisko osłabieniem hamowania korowego i silniejszym wobec tego działaniem podkory, przyjmując podkorowy charakter odruchu orientacyjnego.

Wiele ciekawych danych na temat odruchu orientacyjno-badawczego u dzieci w wieku przedszkolnym zawiera praca J. Linharta i J. Hlewskiej opublikowana w Pradze. Autorzy odróżniają prostą reakcję orientacyjną od ruchu badawczego, który w zasadzie jest przedmiotem ich badań. Zwracają oni uwagę na samo wzmacnianie się odruchu orientacyjnego, które polega na tym, że dziecko bawiące się przedmiotem i manipulujące nim stwarza wciąż nowe bodźce orientacyjne. Impulsy kinestetyczne, powstające przy manipulowaniu przedmiotem, dochodzą do analizatora ruchowego i łączą się ze zmieniającymi impulsami bodźców wzrokowych i słuchowych a te znów wywołują dalsze manipulacyjne ruchy ręki. W ten sposób wyjaśniają zabawę dzieci i to, że dziecko potrafi długi czas bawić się jednym przedmiotem. Streszczenie pracy: *Journal de Psychologie de l'Academie de sciences Slavaue* 1953, 2).

Prace cytowane nie są przeglądem całej literatury przedmiotu, uwzględniają jednak najważniejsze pozycje z tej dziedziny, wskazując równocześnie na rozległość badań nad odruchem orientacyjnym.

Drugi tok badań stanowią prace z neurofizjologii, której rozwój uzupełnia wiadomości na temat odruchu orientacyjnego, wyjaśniając często te problemy, które Pawłow tylko sygnalizował lub też przewidywał kierunek ich rozwiązania.

II.

Spróbujmy więc odpowiedzieć na pytanie: co dzieje się w systemie nerwowym od momentu zadziałania bodźcem do wystąpienia reakcji lub — patrząc od strony podmiotu — od zadziałania bodźcem do jego percepcji i świadomej reakcji.

Wprawdzie w ostatnich dwudziestu latach rozwój neurofizjologii jest

tak olbrzymi, że przekracza możliwości nawet pobieżnego zaznajomienia się z całością materiału, jednakże dzięki coraz bardziej precyzyjnym metodom badania obraz czynności układu nerwowego staje się znacznie bardziej skomplikowany, niż to się wydawało neuroanatomom i neurofizjologom sprzed pół wieku. Dlatego o ile dawniej można było pokusić się o jednoznaczną odpowiedź na postawione we wstępie pytanie, to obecnie trzeba zadowolić się niepewną hipotezą roboczą.

Zastanówmy się, czym jest bodziec; weźmy dla przykładu zwierzę jednokomórkowe: amebę; działa nań bez ustanku niezliczona ilość różnorodnych energii: świetlnych, cieplnych, mechanicznych, chemicznych, elektrycznych etc. Tylko znikomy ich odsetek staje się bodźcami. By działająca energia stała się bodźcem, musi wywołać zmianę w organizmie, zachwiać stan równowagi fizykochemicznej komórki; zmiana ta musi być dostatecznie silna i szybka, gdyż inaczej reakcja nie nastąpi. Gdy ten sam bodziec się powtarza, komórka reaguje coraz słabiej, aż w końcu przestaje reagować; jest to powszechne w całym świecie zwierzęcym zjawisko adaptacji.

U jednokomórkowców cały organizm jest jednocześnie receptorem i efektem, odbiera pobudzenia i nań reaguje, ale już u najprostszych wielomórkowców (gąbek) zostają wyosobnione specjalne komórki — „niezależne efekторы” (Parker wg Fultona, 1951), których zadaniem jest odbieranie bodźców i reagowanie na nie; u nieco wyższych wielomórkowców funkcje receptoryczne i efekторыczne są już rozdzielone, osobne komórki odbierają podniety, a osobne na nie reagują; u jeszcze wyżej stojących wielokomórkowych zwierząt np. u ukwiałów między komórką receptoryczną a efektoryczną pojawia się komórka zwojowa, która jest jakby zawiązkiem przyszłego systemu nerwowego. Widzimy więc, że na najniższych stopniach filogenezy receptor jest ściśle związany z efektem.

Odległość między nimi będzie się coraz bardziej powiększać w miarę filogenetycznego rozwoju, zarówno w sensie przestrzennym, komórka zwojowa rozwinie się w potężną, z wielu milionów neuronów składającą się sieć połączeń nerwowych, jak i w sensie czasowym, odległość między bodźcem a reakcją może być coraz dłuższa, a źródło bodźca dzięki receptorom coraz bardziej oddala się od organizmu, dzięki czemu czas na reakcję staje się dłuższy.

Receptory zwierząt wyższych wychwytyją tylko wąskie wycinki działających na nie energii (np. z rozległego widma fal elektromagnetycznych, fale, które działają na zmysł wzroku obejmują tylko wąski skrawek 723--397 milimikronów). Ludzkie ucho może percerować drgania o częstotliwości 16 do 20 tysięcy na sek. O ile zasięg receptorów nie jest duży, to za to czułość ich olbrzymia. Pojedyncze receptory wzro-

kowe (pręcik) są już wrażliwe na jeden kwant energii świetlnej (według prawa równowagi fotochemicznej Einsteina jeden kwant energii może rozłożyć jedną cząsteczkę purpury wzrokowej). Ucho jest najbardziej wrażliwe przy drganiach błony bębenkowej wynoszącym 10^{-9} cm lub błony podstawnej 10^{-10} cm, tj. mniej niż średnica drobiny wodoru. „Czułość ucha ludzkiego jest tak wielka, że zbliża się do teoretycznej granicy, poza którą byłyby słyszalne Brownowskie ruchy cząsteczek powietrza” (Ruch, 1950). Również węch jest często czulszym wskaźnikiem obecności ciał chemicznych, niż najczulsze metody laboratoryjne, np. merkaptan może być rozpoznany w stężeniu 0.00000004 mg na litr powietrza (Patton, 1950).

Można by powiedzieć, że organizm zwierzęcy dysponuje szeregiem laboratoriów, w których poddane są bardzo czulej analizie próbki różnorodnych energii na niego działających. Wyjątek stanowią receptory bólowe, którymi, jak wiadomo, są wolne zakończenia nerwowe. Reagują one na szeroki wachlarz energii, ale czułość ich jest mała. Zadanie ich nie jest gnostyczne, jak innych receptorów, ale ochronne. Mają informować organizm o czynnikach szkodliwych, uszkadzających tkankę; poza tym są związane, jak się zdaje, z zasadniczymi postawami emocjonalnymi: przyjemne — przykre.

W przeszło sto lat po sformułowaniu przez Johanna Müllera (1826) prawa specyficznych energii zmysłowych udało się neurofizjologom (największe zasługi położył w tych badaniach Adrian) udowodnić eksperymentalnie, że różnorodne bodźce zostają przemienione w receptorach na impulsy nerwowe, które rejestrujemy jako potencjał elektryczny czynnościowy. Im bodziec silniejszy, tym receptor szybciej wyładowuje (tak, jakby karabin maszynowy przyspieszał szybkość strzelania), ale do pewnej granicy, powyżej której receptor już nie przyspiesza swych wyładowań (zależność szybkości impulsów nerwowych od siły bodźca układa się według krzywej wykładnikowej, tj. przy dużych wartościach zbliża się stycznie do nieosiągalnego maksimum. Oczywiście przy silniejszym bodźcu może być zadrażnione więcej receptorów, co daje silniejsze pobudzenie w ośrodkowym układzie nerwowym (jest to tzw. sumowanie przestrzenne, w odróżnieniu od wspomnianego poprzednio sumowania czasowego; większa siła bodźca — większa ilość impulsów w jednostce czasu).

Ekstereceptory szybko adaptują się, tzn. przy dłużej trwającym działaniu bodźca coraz wolniej wyładowują, aż w końcu przestają w ogóle reagować. Inaczej zachowują się receptory mięśniowe (proprioceptory), które adaptują się bardzo wolno, gdyż muszą stale informować ośrodkowy system nerwowy o aktualnym stanie mięśnia, inaczej ruchy byłyby

niemożliwe (zasada sprzężenia zwrotnego — feedback). Do świata zewnętrznego receptory adaptują się szybko, tak że bodziec, by zadziałać, musi wciąż być „nowy”.

Oczywiście bodziec musi być dostatecznie silny; za słaby nie wywoła impulsu nerwowego, tj. takiego potencjału czynnościowego, który przynosi się po włóknie nerwowym na całą komórkę nerwową z określoną szybkością (m. i. zależną od grubości włókna nerwowego). Za słaby bodziec wywoła najwyżej lokalne zmiany elektrochemiczne, które dalej się nie przenoszą; jest to tzw. potencjał miejscowy, proporcjonalny do siły bodźca i nie rozprzestrzeniający się dalej niż na kilka milimetrów. Gdy bodziec osiągnie wartość progową, potencjał miejscowy przeradza się w potencjał czynnościowy (iglicowy), który jest elektrycznym odpowiednikiem impulsu nerwowego. Potencjał ten ma już stałą wartość, niezależnie od siły bodźca (prawo: wszystko lub nic).

Nie trzeba dodawać, że wszystkie impulsy nerwowe są jakościowo jednolite, niezależnie od rodzaju energii bodźca, który je wywołał. Tak więc w receptorach różnorodny obraz energetyczny bodźców działających na organizm zostaje przemieniony na jednolity obraz impulsu nerwowego.

Jakie są dalsze koleje impulsu nerwowego? Do niedawna poglądy nasze w tej sprawie, oparte na klasycznych badaniach anatomicznych z końca ubiegłego stulecia, a potwierdzonych danymi elektrofizjologicznymi, przedstawiały się dość prosto. Długimi drogami czuciowymi (długimi, tzn. składającymi się z kilku neuronów o długich aksonach, tj. wypustkach osiowych) impulsy z receptorów biegły przez określone (tzw. specyficzne) jądra wzgórza do odpowiednich pól receptorycznych w korze mózgowej (area striata, gyrus Heschii, gyrus postcentralis). Przez cały czas przebiegu impulsów zachowana była punktowa w korze wzrokowej itd. Impuls nerwowy biegnący z receptora przez całą drogę zachowywał swą indywidualność. Jak wykazały badania anatomiczne, kliniczne i elektrofizjologiczne, pola projekcyjne w korze były dokładną mapą odpowiednich pól receptorycznych siatkówki, błony podstawnej, powierzchni ciała; przy tym powierzchnia ciała rzuca się w karykaturalnie wielkimi wargami, językiem, rękami, co rozumiałe jest ze względu na czynnościową przewagę tych pól czuciowych.

Neurofizjologów trapiło pytanie, które pierwszy postawił Jackson, gdzie mieści się ośrodek integrujący obrazy z lewej i prawej połowy ciała, gdyż jak wiadomo, każda półkula mózgowa zawiaduje przeciwną stroną ciała (pytanie to jeszcze dawniej w nieco odmiennej formie postawił Kartezjusz; za ośrodek integrujący uważał on corpus pineale).

Penfield stworzył pojęcie „układu centroencefalicznego” (centrencephalic system), uważając, że poza korą mózgową musi istnieć układ integrujący impulsy korowe z obu półkul, jak również impulsy wstępujące z obwodu do kory mózgowej. Uszkodzenia tego układu prowadzi do zaburzeń świadomości, których nie obserwujemy po uszkodzeniu kory mózgowej. W tym układzie, zdaniem Penfielda, ulegają impulsy nerwowe najwyższej integracji, pełnemu wypracowaniu, które jest ułatwione dzięki skupieniu w jednym miejscu impulsów z różnych okolic. Anatomicznie układ ten obejmowałby tzw. „pień mózgowy” (w szerokim znaczeniu słowa), obejmujący wg Herricka cały mózg z wyjątkiem kory mózgowej i mózdzku.

Wiele autorów nie zgadza się z przypisywaniem temu układowi znaczenia najwyższego poziomu integracji czynnościowej, uważając, że funkcji tej nie można przypisywać jakiejś części ośrodkowego układu nerwowego, że zdolność integracji jest cechą każdej siatki neuronalnej, a zwłaszcza kory mózgowej, która dysponuje najbogatszą siecią połączeń nerwowych. Na stanowisku tym stoi Bremer i Lashley.

Można nie zgadzać się ze zbyt upraszczającym ujęciem Penfielda, ale trzeba przynajmniej, że jego hipoteza robocza była bodźcem do ciekawych a często rewelacyjnych badań neurofizjologicznych.

W r. 1949 Moruzzi i Magoun drażniąc tzw. formatio reticularis, środkową część dolnego odcinka pnia mózgowego u kotów w lekkiej narkozie, wywoływali u zwierząt reakcję obudzenia zarówno w zachowaniu jak w EEG. To przypadkowe spostrzeżenie skłoniło ich do dalszych badań. Stwierdzili mianowicie, że o ile po przecięciu długich dróg czuciowych zwierzę jest nadal przytomne i działając na nie różnego rodzaju bodźcami zewnętrznymi wywołujemy reakcję zatrzymania w EEG mimo przecięcia odnośnych dróg czuciowych, to przecięcie środkowej części pnia wywołuje u zwierząt stan głębokiego snu zbliżonego do komy, w EEG występują fale wolne synchroniczne o wysokiej amplitudzie, takie, jak w głębokim śnie lub narkozie, drażnienie bodźcami czuciowymi nie budzi zwierzęcia ani nie wpływa na jego EEG. Chcąc przekonać się, czy impulsy sensoryczne docierają do formatio reticularis, wspomniani autorzy umieszczali elektrody w różnych odcinkach pnia mózgowego, a następnie działali różnego rodzaju bodźcami na zwierzę (słuchowymi, drażnienie n. kulszowego); okazało się, że aktywacja występowała nie tylko w odpowiednim polu receptorycznym korowym i w odpowiednich długich drogach sensorycznych, lecz także choć z opóźnieniem w układzie siateczkowym.

Doświadczenia powyższe przemawiają za tym, że impulsy nerwowe z receptorów przenoszą się prawdopodobnie za pomocą odgałęzień (Kolaterali) z głównych (długich) dróg czuciowych na drogę utworzoną

z *formatio reticularis*. Opóźnienie reakcji świadczy, że ta ostatnia droga składa się z wielu neuronów, jest drogą wielosynaptyczną. W ten sposób impulsy nerwowe z obwodu biegną do kory mózgowej dwiema drogami; jedna, to klasyczna droga czuciowa, składająca się tylko z kilku neuronów o długich, grubych aksonach, dzięki temu impuls biegnie po niej bardzo szybko. Droga ta jest specyficzna, tj. dla każdego zmysłu (wzrok, słuch, czucie powierzchniowe) biegnie oddzielny szlak nerwowy kończący się w odpowiednim polu receptorycznym korowym. Są to specyficzne włókna aferentne, które kończą się w warstwie czwartej danego pola receptorycznego.

Strumień nerwowych impulsów w tej drodze zachowuje swoją indywidualność i prawie niezmienny z receptora trafia szybko do swego miejsca w korze receptorycznej. W ten sposób kora receptoryczna w każdym momencie dokładnie odbija to, co dzieje się na obwodzie. Jak mówi Adrian (1954), „mózg ma do swej dyspozycji mapę zewnętrznych wydarzeń, wyrażoną przez przestrzenne i czasowe rozmieszczenie pobudzeń w korowych polach receptorycznych. Sygnały z powierzchni ciała, siatkówki, ślimaka zachowują rozmieszczenie pobudzeń takie, jak na powierzchni receptorycznej”.

Zupełnie odmiennie przedstawiają się koleje sygnałów receptorycznych w układzie siateczkowym. Układ siateczkowy był znany anatomicznie już w końcu ub. stulecia, jego znaczenie fizjologiczne zostało jednak dopiero odkryte przez Magouna i Moruzziego. Jak wspomniano, ciągnie się on w linii środkowej od rdzenia przedłużonego do wzgórza. Składa się z wielu jąder, tj. zgrupowań komórek nerwowych o charakterystycznej budowie. Poszczególne jądra różnią się od siebie kształtem komórek nerwowych, ich strukturą, ułożeniem substancji Nissla w komórce. Istnieje tu duża różnorodność morfologiczna (J. Olszewski), tak, że nie można mówić o jednolitej strukturze morfologicznej. Jednakże charakterystyczną cechą wszystkich jąder układu siateczkowego jest to, że ich neurony mają tylko krótkie wypustki osiowe, które razem z dendrytami tworzą gęstą siatkę (wyraźną w preparatach barwionych srebrem); stąd poszła nazwa układu siateczkowego (*formatio reticularis*).

Tego rodzaju gęsta siatka neuronalna stwarza zupełnie inne warunki przewodzenia impulsów niż długie włókna nerwowe klasycznych dróg czuciowych. Przede wszystkim zatracą się indywidualność strumienia impulsów, impulsy z różnych głównych szlaków czuciowych (wzrokowego, słuchowego, czucia powierzchniowego etc.) przez odgałęzienia dostają się z głównych szlaków do układu siateczkowego. Zostają tu wymieszane: nie wiadomo który impuls pochodzi z siatkówki, ze ślimaka czy z powierzchni ciała. Gęste ułożenie neuronów sprawia,

że stan pobudzenia może drogą bezpośrednią przenosić się z jednej komórki na drugą, stąd gdy jedna grupa komórek zacznie wyładowywać, jej wyładowania mogą się przenieść bezpośrednio na inne grupy komórkowe; stąd duża tendencja do spontanicznej rytmicznej aktywności. Gęsta sieć połączeń sprawia, że impulsy mogą długo krążyć po zamkniętych obwodach, utrzymując stan pobudzenia w układzie znacznie dłużej niż trwa bodziec. Potencjały czynnościowe rozwijają się tu dużo trudniej niż w długich, specyficznych drogach sensorycznych. Przeważają natomiast potencjały lokalne, gdzie nie obowiązuje już prawo „wszystko lub nic”, lecz zmiany napięć narastają i maleją stopniowo, tworząc gradienty napięć na powierzchniach ciał komórkowych i dendrytów. Prawa przewodnictwa są tu zatem inne niż na ogół obowiązujące w układzie nerwowym. Te specyficzne warunki układu siateczkowego sprawiają, że impulsy w tym układzie mogą łatwo ulec wzmocnieniu lub też stłumieniu. Tego rodzaju warunki, zresztą mgliście nam jeszcze znane, nie istnieją prawdopodobnie wyłącznie w układzie siateczkowym, ale wszędzie tam, gdzie istnieją duże skupiska neuronów o krótkich aksonach, jak np. w korze mózgowej, gdzie w miarę rozwoju filogenetyczne przeważają komórki Golgiego typu II o krótkim aksonie.

W układzie siateczkowym możemy odróżnić odcinek dolny (ogonowy) i górny (główny). Drażnienia odcinka dolnego daje uogólnioną reakcję aktywacji w całej korze mózgowej; mózg a zarazem z nim i zwierzę budzi się ze snu. Układ ten odgrywa zasadniczą rolę w utrzymaniu stanu czuwania. Znajduje się on pod stałym bombardowaniem impulsów sensorycznych dochodzących kolateralami z głównych dróg czuciowych, a także pod wpływem impulsów z kory mózgowej, dochodzącej do układu siateczkowego. Wiemy z doświadczenia, że często łatwiej obudzić śpiącego wymawiając cicho jego imię, niż np. głośnym stukiem. W tym wypadku bodziec budzący musiał ulec skomplikowanemu wypracowaniu w korze mózgowej. Poza tym dolny odcinek układu siateczkowego działa pobudzająco i hamująco na ośrodki ruchowe rdzenia, ułatwiając utrzymanie ruchów postawnych.

Górny (dogłówny) odcinek układu siateczkowego (mieszczący się głównie w jądrach linii środkowej wzgórza — thalamus) prawdopodobnie rzutuje w sposób bardziej wybiórczy do kory mózgowej, aktywując nie całą korę mózgową, ale poszczególne jej pola; może on ułatwiać lub utrudniać przyjmowanie sygnałów z narządów receptorycznych. Jak wykazały badania Adriana (1954) nad wyładowaniami pojedynczych neuronów w opuszcze węchowej, by sygnał z narządu receptorycznego dostał się na swoją drogę dośrodkową, musi „linia być wolna”, muszą zniknąć spontaniczne wyładowania komórek, przez które ma przebiec strumień impulsów. Na tym prawdopodobnie polega reakcja

zatrzymania, opisana już przez Bergera, który wiązał to zjawisko z mechanizmami uwagi.

Przy zadziałaniu jakimkolwiek bodźcem znika spoczynkowy regularny rytm alfa, a pojawia się szybki nieregularny rytm o niskiej amplitudzie, rytm beta; po chwili, mimo, że bodziec działa nadal, wraca z powrotem rytm spoczynkowy alfa, by znów zniknąć na chwilę, gdy bodziec ustanie. Mamy tu klasyczny przykład adaptacji i reagowania tylko na to, co nowe. Oczywiście, rytm alfa nie jest jakimś odpowiednikiem naszych stanów psychicznych, mimo że znika on przy nasileniu uwagi; jak Adrian podkreśla, mogą różne dziwne rzeczy dziać się w naszej psychice, a elektrofizjologicznym wyrazem pozostanie rytm alfa. Analogiczne znikania spontanicznego rytmu obserwował Adrian (1948) w zwoju wzrokowym chrząszcza wodnego, pływaka żółto-brzeżka. Jest to więc prawdopodobnie zjawisko powszechne w systemach nerwowych wszystkich zwierząt.

Przy bodźcach wzrokowych reakcja zatrzymania (zniknięcie rytmu alfa) utrzymuje się znacznie dłużej niż przy innych bodźcach, może dlatego, że gałki oczne są w stałym ruchu — oko wykonuje stale drobne ruchy o amplitudzie mniejszej niż 2 minuty z częstością 10 do 100 na sekundę (Adrian, 1948) — i wciąż inne grupy komórek siatkówki i tym samym kory wzrokowej są pobudzone, wciąż więc bodziec jest jakby „nowy”. Podobnie jak eksteroreceptory, tylko w silniejszym stopniu kora mózgowa nastawiona jest na przyjmowanie tego, co nowe, a szybko adaptuje się i przestaje działać na stare.

Przypuszcza się, że układ siateczkowy odgrywa zasadniczą rolę w regulowaniu podstawowymi rytmami elektrycznymi mózgu, że służy on spontaniczne wyładowania (rytm spoczynkowy) uwalniając „linię” dla strumienia impulsów ze świata zewnętrznego. W narkozie barbiturowej, prawdopodobnie dzięki temu, że znikają spontaniczne wyładowania komórek korowych (Jasper), łatwiej zanotować zmiany EEG odpowiadające działaniu bodźców sensorycznych.

Jasper (1954) za pomocą mikroelektrod umieszczonych w głębi kory mózgowej zarejestrował dwa rodzaje rytmów: 1) ciągle spontaniczne wyładowania pojedynczych komórek w postaci iglic (spikes) trwających krócej niż 1 milisekunda; ich amplituda jest stała, obowiązuje więc zasada: „wszystko lub nic”, 2) rytmiczne wolne fale trwające 10—20 milisekund lub dłużej, o różnej amplitudzie; tu prawo „wszystko lub nic” nie obowiązuje. O ile pierwsze wyładowania stanowią zdaniem autora potencjały czynnościowe pojedynczych komórek korowych, to drugie są wyrazem tzw. „potencjałów synaptycznych”, to jest miejscowych zmian napięcia elektrycznego na powierzchni ciał komórkowych i wypustek, które jednakże nie doprowadzają do wyładowania komórki, do

powstania potencjału czynnościowego, do którego stosuje się prawo „wszystko lub nic”. Pod wpływem narkozy znikają najpierw potencjały czynnościowe (iglicowe), gdy jeszcze fale wolne są zachowane.

Działając na zwierzę w narkozie różnymi bodźcami możemy zanotować w EEG dwojakiego rodzaju reakcje; jedne występują z bardzo krótkim okresem utajenia w odpowiednich polach receptorycznych (bodziec wzrokowy daje fale elektr. w polu wzrokowym, słuchowym w polu słuchowym itd.); reakcje te ulegają trudno adaptacji, tj. utrzymują się mimo powtarzania bodźca; drugie reakcje, tzw. wtórna reakcja Forbesa występuje z dużym okresem utajenia (do kilkunastu milisekund) i w przeciwieństwie do pierwszej reakcji rozchodzi się po całej korze mózgowej. Reakcja ta występuje najwyraźniej w głębokiej narkozie. Badając mikroelektrodami (Jasper) okazuje się, że pierwszą reakcją najwyraźniej notujemy przy wkłuciu mikroelektrody na głębokość ok. 0,8 mm, tj. odpowiadającą IV warstwie kory, w której, jak wiadomo, kończą się specyficzne włókna aferentne, natomiast drugą reakcję (występującą w całej korze mózgowej) najłatwiej zarejestrować przy powierzchniowym umieszczeniu elektrod.

Powyższe dane elektrofizjologiczne zgadzają się z badaniami anatomicznymi Lorente de Nó, który włókna aferentne dochodzące do kory mózgowej dzieli na dwie grupy: specyficzne i niespecyficzne. Specyficzne kończą się wyłącznie w warstwie czwartej kory mózgowej, natomiast włókna niespecyficzne kończą się w warstwie pierwszej (powierzchniowej) oddając po drodze szereg kolaterali do niżej położonych warstw. Włókna niespecyficzne mają różne pochodzenie, z innych pól korowych tej samej i przeciwległej półkuli (włókna asocjacyjne i spoidłowe) oraz z jąder niespecyficznych wzgórza (tj. jąder nie rzutujących do określonych pól receptorycznych). Badania Changa (1952), Purpury (1956) wskazują na to, że włókna specyficzne kończą się synapsami akso-somatycznymi (tzn. synapsy przylegają do ciała komórkowego), a włókna niespecyficzne — synapsami akso-dendrytycznymi (synapsy przylegają do dendrytów). Impuls nerwowy prawdopodobnie łatwiej przechodzi przez synapsy aksosomatyczne, gdzie komórka nerwowa jest bombardowana jednocześnie przez setki impulsów, dzięki czemu sumując swoje działanie impulsy mogą łatwo przekroczyć próg pobudliwości komórki nerwowej i wytworzyć potencjał czynnościowy podlegający prawu „wszystko lub nic”.

Natomiast w synapsach aksodendrytycznych pojedyncze aksony połączone są synapsami z pojedynczymi dendrytami; szansa przejścia impulsu przez synapsę jest dużo mniejsza niż wtedy, gdy komórkę oblepiają setki synaps; impuls może przejść lub zatrzymać się na synapsie, w związku z czym istnieje tu ustawiczna oscylacja między pobudze-

niem (impulsy przechodzą) a hamowaniem (impulsy zablokowane). Potencjały czynnościowe wytwarzają się tu dużo trudniej, przeważają potencjały lokalne, gdzie nie obowiązuje prawo „wszystko lub nic”, ale stopniowe narastanie lub opadanie potencjału, który jednakże nie rozchodzi się jak potencjał czynnościowy wzdłuż całego neuronu, ale ogranicza się do miejsca pobudzenia. Są to tzw. potencjały synaptyczne, które w odprowadzeniach z mikroelektrod przedstawiają się jako wolno narastające fale, a nie jak ostre iglice potencjałów czynnościowych.

Jasper drażniąc jądra linii środkowej wzgórza otrzymywał albo przyspieszenie spontanicznych wyładowań w komórkach korowych, albo ich zatrzymanie; w obu wypadkach w EEG powierzchniowym występowała desynchronizacja (aktywacja), tj. zniknięcie rytmu alfa. Pobudzenie spontanicznego rytmu korowego zdaniem autora odpowiada reakcji obudzenia, natomiast stłumienie tego rytmu odpowiada „zwolnieniu linii” dla przyjęcia bodźca ze świata zewnętrznego, więc obudzeniu uwagi.

Możliwe, że wtórnej reakcji Forbesa występującej w dość głębokiej narkozie odpowiada w stanie snu tzw. „kompleks K”, tj. fale pojawiające się przy działaniu bodźcem zewnętrznym w korze mózgowej: najpierw w okolicy praecentralnej, a potem rozchodzące się po całej korze. Sprawa ta nie jest jednak całkowicie wyjaśniona.

W każdym razie wydaje się bardzo prawdopodobne przypuszczenie Mary Brazier i Adriana, że sygnały ze świata zewnętrznego łatwiej dochodzą do kory mózgowej w stanie snu czy nawet narkozy, niż w stanie czuwania, o czym świadcząaby łatwość, z jaką możemy rejestrować impulsy dochodzące do kory w tych stanach, co jest niemożliwe w stanie czuwania. Brazier przypuszcza, że układ siateczkowy działa jako układ hamujący impulsy dążące do kory; pod wpływem narkozy układ ten zostaje wyłączony; dzięki czemu impulsy bez trudności trafiają do kory mózgowej. Wg Adriana przypuszczenie, że drogi sensoryczne nie są tak swobodnie otwarte, gdy mózg jest bliżej stanu czuwania, ma swoje uzasadnienie w tym, że trudno zanotować korowe efekty sygnałów sensorycznych w lekkiej narkozie, a łatwo w głębokiej, i w tym, że w stanie czuwania obraz, który dochodzi do świadomości, jest pozbawiony wielu szczegółów.

„W pewnym stadium — mówi Adrian (1954) — pełne sprawozdanie z organów zmysłowych musi być opoddane generalnemu wydawcy, (*general editorial office*), który podkreśla ważne szczegóły, a odrzuca nieważne”. To działanie, jak przypuszcza autor, występuje tam, gdzie sygnały przechodzą przez warstwy ściśle powiązanych ze sobą neuronów; może wystąpić ono już w warstwach siatkówki, w bulbus olfacto-

rius, a także w układzie siateczkowym, gdzie spotykają się sygnały różnego rodzaju. Ale oprócz tego, jak mówi Adrian, są prywatne drogi z każdego organu sensorycznego do kory, które nie podlegają działaniu „generalnego wydawcy”. Dzięki nim „w każdym momencie kora mózgowa ma do dyspozycji kompletny schemat otoczenia dostarczony przez organy zmysłowe”: Zdaniem Fessarda integrujące działanie systemu nerwowego dokonuje się w siatkach komórek o krótkim aksonie, m. i. w układzie siateczkowym; działanie to polega na uproszczeniu, schematyzacji pierwotnego obrazu, który jest wiernym odbiciem otoczenia w polu receptorycznym. Jung (1954) w swoich doświadczeniach na ludziach stwierdził, że działając wielokrotnie tym samym bodźcem doprowadzało się w końcu do wygaszenia zarówno reakcji zatrzymania w EEG, jak i reakcji wegetatywnych (skórno-galwaniczne, pletysmograficzne, EKG): w stanie snu reakcje te wracały w większym niż poprzednio nasileniu.

Warto wspomnieć o cytowanym przez Kubiego (1954) doświadczeniu, gdzie wprowadzono osobnika na moment do jakiegoś nie znanego mu pokoju i kazano mu potem wyliczyć wszystkie przedmioty, jakie tam zauważył; następnie wprowadzano go w stan hipnotyczny i powtórnie kazano mu wyliczyć przedmioty znajdujące się w tym pokoju; okazało się, że w transie hipnotycznym wyliczał ich znacznie więcej. Należy przypuszczać, że świadomość nasza korzysta tylko w małym procencie z materiału dostarczanego jej stale przez mózg. Lub mówiąc inaczej, mózg stale broni się przed napływem sygnałów ze świata otaczającego; pierwszą linią obrony są już receptory.

Z drugiej strony, jak się zdaje, to stałe bombardowanie różnorodnymi sygnałami jest niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania systemu nerwowego. Warto tu wspomnieć o interesujących doświadczeniach wykonanych w pracowni psychologicznej Hebba w Montrealu (Heron, Bexton, Scott); ochotników, studentów college'u zamykano na 2—6 dni, zależnie jak długo który wytrzymał, w małym pomieszczeniu. Leżeli tam wygodnie na łóżku, na oczy mieli założone okulary, które umożliwiały jedynie poczucie światła, a na ręce — długie manszety uniemożliwiające posługiwanie się zmysłem dotyku. U wszystkich badanych występowało bezpośrednio po doświadczeniu upośledzenie kontroli sensorycznej, nieznaczne zamęcenie, wyraźne obniżenie w testach inteligencji, zwolnienie szybkości pisania, a w czasie doświadczenia halucynacje przeważnie wzrokowe, najczęściej w formie świetlnych linii i wzorów geometrycznych, ale u niektórych badanych wystąpiły halucynacje bardziej zorganizowane, sceny przypominające marzenia senné. Kilku badanych odczuwało rozdwojenie ciała; mieli wrażenie, że

Hebb uważa, że bodźce sensoryczne spełniają dwie funkcje: specyficzną i niespecyficzną; 1) wywołują i kierują specyficzną reakcją, 2) utrzymują normalną organizację funkcji mózgu w czasie czuwania. Mózg nie może jak „mózg elektronowy” odpoczywać bez stałego dopływu bodźców (*input*), musi być stale „zagrzany” (*warmed up*).

Nie są jeszcze dokładnie znane drogi prowadzące impulsy z głowowego odcinka układu siateczkowego (leżące w linii środkowej jądra wzgórza) do kory mózgowej. Jak wykazano, jedna z dróg prowadzi do tzw. węchomózgowia (filogenetycznie starszej i prymitywniej zbudowanej części kory mózgowej, leżącej głównie na przyśrodkowej powierzchni mózgu, jakby opasując obręczą spoidło wielkie „wnęki” półkul mózgowych). Tzw. węchomózgowie tylko w swej drobnej, filogenetycznie najstarszej części spełnia funkcje węchowe; inne jego części składowe mają szereg zadań niezwiązanych zupełnie z węchem, są to różnego rodzaju reakcje vegetatywne i ruchowe związane prawdopodobnie z określonymi stanami emocjonalnymi. Są one przedmiotem intensywnych badań w ciągu ostatnich kilkunastu lat. Drażnienie części tego układu (jąder migdałowych i hipokampa), jak wykazały badania Gastaut i tow. (1952) prowadziło u kotów do stanów oczekiwania, strachu, wściekłości (*le comportement attentif, apeuré, furieux*). Wycięcie tych okolic wywoływało u zwierząt (badania Adeya i tow., 1956) zmianę usposobienia: stawały się uległe, pobudzone seksualnie i nie-nasyconie ciekawe (*insatiable curiosity*). Występowała silna reakcja orientacyjna zwłaszcza na przedmioty poruszające się i wzmożona aktywność oralna (wszystko brały do ust).

Ostatnie badania kliniczne (Scoville, Milner, 1957; Penfield, 1958) zdają się wskazywać na to, że obustronne uszkodzenie hipokampa prowadzi do głębokich zaburzeń zapamiętywania, nie upośledzając innych funkcji intelektualnych. Penfield, jak zawsze skory do szybkiego wysnuwania wniosków, sądzi, że tu utrwalają się zapisy pamięciowe (*recording system*). Z dużym prawdopodobieństwem trzeba za Macleanem, czołowym badaczem „węchomózgowia” przyjąć, że tu (do węchomózgowia) dochodzą i mieszają się ze sobą impulsy z różnych pól receptorycznych kory mózgowej. Węchomózgowie wchodzi w skład wielkiego obwodu zamkniętego, obejmującego podwzgórze, które, jak wiadomo, jest centralnym ośrodkiem vegetatywnym i układ siateczkowy wzgórza, że w tym obwodzie zamkniętym zostają wypracowane podstawowe reakcje emocjonalne. Można powiedzieć, że sygnały dochodzące do kory mózgowej zostają wypracowane na dwóch poziomach: nowej i starej kory mózgowej. Pierwsze wypracowanie (w neorotex) ma zapewnić precyzyjną reakcję na podjętą sfera zewnątrz-

nego, drugie zaś wypracowuje postawę emocjonalną związaną z daną podniętą.

Wspomniano na wstępie, że w rozwoju filogenetycznym receptor wiąże się ściśle z efektozem, że początkowo obie funkcje spełnia jedna komórka. Tę zasadę ścisłego powiązania funkcji receptorycznej z efektozyczną obserwujemy we wszystkich odcinkach systemu nerwowego, zaczawszy od najniższego, tj. rdzenia, na korze mózgowej skończywszy. W rdzeniu wypracowane są najprostsze reakcje odruchowe na bodźce zarówno zewnętrzne, jak i wewnętrzne. W „pniu mózgowym” (Herricka) poza autonomicznymi regulacjami różnego rodzaju rytmicznych funkcji, jak oddychania, krążenia, rytmu snu i czuwania, zostają wypracowane podstawowe postawy ciała (włącznie z odpowiednią reakcją wegetatywną), jakimi zwierzę dysponuje (np. postawa ataku, ucieczki, układania się do snu, obudzenia, skierowania receptorów w kierunku bodźca). „Węchomózgowie” wypracowuje już bardziej skomplikowane postawy somatyczno-wegetatywne z odpowiadającymi im reakcjami emocjonalnymi. Są to wszystko reakcje całościowe, globalne, obejmujące cały organizm; stanowią one to, co Sokołow nazywa „toniczną komponentą” odruchu orientacyjnego w odróżnieniu od komponenty fazowej związanej ściśle z danym analizatorem.

Są to wszystko reakcje dość stereotypowe, schematyczne, powtarzające się prawie z fotograficzną dokładnością. Środowisko bodźcowe jest tu uproszczone jakby do jednego punktu, który się atakuje, ucieka przed nim, zjada etc. Analiza otoczenia jest bardzo schematyczna, głównie pod kątem widzenia subiektywnego rozróżnienia między „przyjemnym” a „nieprzyjemnym”. Przeciwnie w neocortex, bodziec tu zostaje poddany dokładnej analizie, reakcja jest precyzyjna i ściśle przystosowana do bodźca, nie jest reakcją stereotypową, ale wciąż nową, zmieniającą się zależnie od wciąż zmieniającego się otoczenia, możliwości różnorodnych reakcji są prawie nieskończenie wielkie (organizm za każdym razem może reagować inaczej). Oczywiście dzielenie reakcji organizmu wedle Jacksonowskich poziomów układu nerwowego jest czymś sztucznym, gdyż u zdrowego zwierzęcia i człowieka system nerwowy zawsze działa jako całość, a podziały na różnego rodzaju „poziomy” są wnioskami z obserwacji przeprowadzonych na uszkodzonych układach nerwowych (na zwierzętach dekortykowanych, wymóżdżonych, z przeciętym rdzeniem etc.). Jednakże dotychczas nie dysponuje my lepszą metodą klasyfikacji pewnych zjawisk.

Tę komponentę korową odruchu orientacyjnego nazywa Sokołow komponentą fazową.

Można by powiedzieć, że odruch orientacyjny może przebiegać jakby na różnych poziomach, np. w czasie snu bodziec wywoła tylko reak-

cję elektroencefalograficzną i wegetatywną, czasem jakąś reakcję ruchową; w stanie czuwania, ale gdy uwaga jest zajęta czymś innym, bodziec może ograniczyć się do reakcji wegetatywnej i do zwrócenia receptora w kierunku bodźca, a nie dotrzeć wcale do świadomości; dopiero z marzenia sennego lub z wypytywania w transie hipnotycznym możemy się przekonać, że bodziec ten został jakoś zanotowany, mimo że do świadomości nie dotarł. Przy skoncentrowaniu uwagi na bodźcu występuje jego dokładna analiza i przygotowanie świadomej reakcji. Odruch orientacyjny jest naszym pierwszym łącznikiem ze światem zewnętrznym, jest jakby haczykiem od wędkę, którą zarzucamy na świat otaczający i którą on jednocześnie na nas zarzuca. Możemy to zaproszenie przyjąć lub odrzucić. Badania neurofizjologiczne ostatnich dziesięciu lat wykazują dobitnie, jak silnie system nerwowy broni się przed ciągłym bombardowaniem przez sygnały świata otaczającego, a jednocześnie to bombardowanie jest mu koniecznie do prawidłowego funkcjonowania potrzebne. Odruch orientacyjny jest pierwszym i głównym ogniwem całego łańcucha dalszych reakcji, które na jego podstawie się rozwijają i określają naszą postawę do świata otaczającego.

Odruch orientacyjny szybko wygasa. Nastawia organizm wciąż na coś nowego, jak dobry reporter szuka sensacji, a nie interesuje się starymi sprawami. Dzięki temu nasz świat otaczający wciąż się rozszerza, od małego światka niemowlęcia do dużego świata człowieka dorosłego. Odruch orientacyjny jest wreszcie pomostem między „moim wewnętrznym światem”, „moim ja”, a światem zewnętrznym. Bariera między nimi zostaje przerwana, świat zewnętrzny przenika do świata wewnętrznego i staje się częściowo moją własnością, moim światem; w ten sposób „mój świat” coraz bardziej się powiększa.

PIŚMIENNICTWO

Adey W. R., Merrillees N. C. R., Sunderland S.: *The entorhinal area; behavioral changes, evoked potential and histological studies of its interrelationships with brain-stem regions*. Brain 1956, 79. 414—439.

Adrian E. D.: *O fizycznym podłożu wrażeń zmysłowych*. Warszawa, „Książka”, 1948.

Adrian E. D.: *The physiological basis of perception, w: Brain mechanism and consciousness*. Oxford—Paris (Blackwell-Masson), 1954.

Berger H.: *Über das Elektroencephalogramm des Menschen II*. J. Psychol. Neurol. (Lpz) 1930, 40: 160—179.

Brazier M. A. B.: *The action of anaesthetics in the nervous system (with special reference to the brain-stem reticular system)*, w: *Brain mechanism and consciousness*. Oxford-Paris (Blackwell-Masson), 1954.

Bremer F.: *The neurophysiological problem of sleep*, w: *Brain mechanism and consciousness*. Oxford-Paris (Blackwell-Masson), 1954.

Chang H. T.: *Cortical and spinal neuron*. Cold Spr. Harb. Symp. quant Biol. 1952, 17: 183—202.

Fessard A. E.: *Mechanisms of nervous integration and conscious experience*, w: *Brain mechanisms and consciousness*. Oxford-Paris (Blackwell-Masson) 1954.

Forbes A., Morison B. R.: *Cortical response to sensory stimulation under deep barbiturate narcosis*. J. Neurophysiol 1939, 2, 112—128.

Fulton J. F., *Physiology of the nervous system*. Oxford Univ. Press New York, III ed. 1951.

Gastaut H., Vigoroux R., Naquet R.: *Comportements posturaux et cinétiques provoqués par stimulation sous-corticale chez le chat non anesthésié. Leur relation avec „le réflexe d'orientation“*. J. Psychol. norm. et pathol. 1952, 45: 257—271.

Hebb D. C.: *The problem of consciousness and introspection*, w: *Brain mechanisms and consciousness*. Oxford-Paris (Blackwell-masson) 1954.

Jasper H. H.: *Functional properties of the thalamic reticular system*, w: *Brain mechanism and consciousness*. Oxford-Paris (Blackwell-Masson) 1954.

Jung R.: *Correlation of bioelectrical and autonomic phenomena with alterations of consciousness and arousal in man*, w: *Brain mechanisms and consciousness*. Oxford-Paris (Blackwell-Masson) 1954.

Kupie L. S.: *Psychiatric and psychoanalytic considerations of the problem of consciousness*, w: *Brain mechanisms and consciousness*. Oxford-Paris (Blackwell-Masson) 1954.

Lashley K. S.: *Dynamic Processes in perception*, w: *Brain mechanism and consciousness*. Oxford-Paris (Blackwell-Masson) 1954.

Lorente de Nó R.: *Cerebral cortex: architecture*, w: *Fulton: Physiology of the nervous system*. New York, (Oxford Univ. Press) 1953, III ed.

Mac Lean P. D. (New Haven Conn), *Chemical and electrical stimulation of Hippocampus in unrestrained animals*. Arch. Neurol. Psychiat. 1957, 78: 113—142.

Moruzzi G., Magoun H. W.: *Brain-stem reticular formation and activation of the EEG*. EEG & Clin. Neurophysiol. 1949, 1: 455—473.

Olszewski J.: *The cytoarchitecture of the human reticular formation*, w: *„Brain mechanism and consciousness“*. Oxford-Paris (Blackwell-Masson) 1954.

Patton H. D.: *Olfaction and olfactory pathways*, w: *Fulton J, F.: Textbook of physiology*. 1950. Saunders (Philadelphia-London).

Panfield W., Jasper H.: *Epilepsy and the functional anatomy of the human brain*. Boston (Little, Brown & Co), 1954.

Panfield W., Milner B. (Montreal): *Memory deficit produced by bilateral lesions in the hippocampal zone*. Arch. Neurol. Psychiat. 1958, 79: 475—497.

Purpura D. P. (N. Y.): *Electrophysiological analysis of psychogenic drug action*. I i II Arch. Neurol. Psychiat. 1956, 75: 122—143.

Ruch T. C.: *Audition and auditory pathways*, w: *Fulton J. F.: A textbook of Physiology*. Philadelphia (Saunders), 1950.

Scoville W. B., Milner B.: *Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions*. J. Neurol. Neurosurg. & Psychiat. 1957, 20: 11—21.

Sokołow E. N.: *Wyższa czynność nerwowa a zagadnienie percepcji*. Sprawozdanie z XIV Międzynarodowego Kongresu Psychologów 1954.

Sokołow E. N.: *Wosprijatije i reflektornaja diejatielnost*. Wopr. Psihologii. 1957, 6: 20—39